

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

  
Fundação Universidade do  
Rio Grande

  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

## INDO ALÉM DAS TRÊS FASES DA MATÉRIA

Claudio de Werk Schroeder

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Magno Pinto Collares

Rio Grande  
Janeiro de 2016

## Ficha catalográfica

S381i Schroeder, Claudio de Werk.  
Indo além das três fases da matéria / Claudio de Werk Schroeder. –  
2016.  
77 f.: il. (Contém material didático)

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –  
FURG, Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Rio  
Grande/RS, 2016.

Orientador: Dr. Magno Pinto Collares.

1. Ensino de Física 2. Sequência didática 3. Fases da matéria  
4. Estado de plasma 5. Estado de condensado de bose-einstein  
I. Collares, Magno Pinto II. Título.

CDU 53:37

Catálogo na Fonte: Bibliotecário Me. João Paulo Borges da Silveira CRB 10/2130

# INDO ALÉM DAS TRÊS FASES DA MATÉRIA

Claudio de Werk Schroeder

Orientador:  
Prof. Dr. Magno Pinto Collares

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Magno Pinto Collares

---

Profa. Dra. Berenice Vahl Vaniel

---

Prof. Dr. Luis Humberto Ferrari Loureiro

Rio Grande  
Janeiro de 2016

À Marilice, Erico e Eliza, família amada.

## AGRADECIMENTOS

Mesmo está representando o encerramento do Mestrado, este texto tem seu início bem antes, durante os anos de atividade e convivência com estudantes e colegas nas escolas pelas quais passei.

Para agradecer devo começar pelos estudantes que encontrei no caminho, em especial aos que não concordavam comigo, mostrando a necessidade de mudança, e aos colegas que, dispostos, aceitavam discutir os rumos da educação.

Gostaria de agradecer à FURG, por seu espaço de aprendizagem e por ser uma escola pública, onde pude realizar minha graduação, especialização, e agora, o Mestrado.

Agradeço ao Prof. Dr. Magno Collares meu orientador pela paciência, atenção, compreensão e discussões.

Aos meus pais, Erico Maria (in memoriam) e Marlene, pela vida e por minha criação com uma índole que privilegia o humanitarismo, obtida em um verdadeiro lar.

À minha esposa Marilice, pelo incentivo e paciência durante os abandonos para a realização desta tarefa, assim como pelas conversas com a professora educadora que é e, principalmente, pelo amor incondicional.

Aos meus filhos, Erico e Eliza, pelo sentimento de orgulho por seu pai voltar aos bancos escolares.

Ao colega Daniel, que através de seu entusiasmo e competência, nos bate papo na hora do intervalo na escola sempre estava disposto a conversar e oferecer uma palavra de incentivo e carinho.

Aos estudantes que participaram da pesquisa, cuja presença foi decisiva para a existência deste trabalho.

Aos colegas de mestrado pela convivência e sugestões dadas para a efetivação desta pesquisa, sejam eles estudantes ou professores.

Ao Prof. Dr. Valmir Heckler, a Profa. Dra. Berenice Vahl Vaniel ao Prof. Dr. Luis Humberto Ferrari Loureiro, um agradecimento especial pela leitura cuidadosa e contribuições ao trabalho.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

A todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a completar esta etapa de minha vida.

## RESUMO

### INDO ALÉM DAS TRÊS FASES DA MATÉRIA

Claudio de Werk Schroeder

Orientador:  
Prof. Dr. Magno Pinto Collares

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Este trabalho é o resultado da aplicação de uma Sequência Didática, intitulada: “INDO ALÉM DAS TRÊS FASES DA MATÉRIA”. Esta sequência didática foi aplicada à estudantes de 2º ano do ensino médio de uma escola estadual do Município de Rio Grande/RS e está disponível no Apêndice A. A aplicação desta Sequência Didática possibilitou ao estudante conhecer os estados de plasma e condensado de bose-einstein, além dos três estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso). Desta forma dando a oportunidade, talvez única, de conhecer os estados de plasma e condensado de bose-einstein. Através de análises dos questionamentos realizados na atividade, disponível na seção Avaliação, foi possível observar que houve uma mudança dos estudantes, confirmando efetivação do objetivo proposto.

Palavras-chave: Ensino de Física, sequência didática, fases da matéria, estado de plasma, estado de condensado de bose-einstein.

Rio Grande  
Janeiro de 2016

# **ABSTRACT**

## **BEYOND THE THREE PHASES OF MATTER**

Claudio de Werk Schroeder

Advisor:  
Prof. Dr. Magno Pinto Collares

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This work is the result of applying a Didactic Sequence entitled "GOING BEYOND THE THREE PHASES OF MATTER". This didactic sequence was applied to students of 2nd year of high school in a public school of the city of Rio Grande/RS which is available in the Appendix A. The application of this didactic sequence allowed the student to know the plasma state and the bose-einstein condensate state, in addition to the three physical states of matter regularly studied (solid, liquid and gas). Thus, giving the high school student the opportunity, perhaps unique, to meet the plasma state and the bose-einsten condensate state. Based on the analysis of the answers of the questions made on the activities (available in the Evaluation section) is observed that there was a conceptual change of students, confirming the effectiveness of the proposed objective.

Keywords: Physics teaching, meaningful learning, teaching sequence, phases of matter.

Rio Grande  
January of 2016



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem do EXPERIMENTO 01 sendo realizado pelos estudantes. ....	22
Figura 2- Imagens representativas dos estados físicos da matéria .....	23
Figura 3 – Gráfico das respostas dadas pelos estudantes à atividade 01. Sendo que 1 – forma e volume constantes; 2 – vapor do perfume; 3 – pedaço de madeira; 4 – forma variável e volume constante; 5 – oxigênio do ar; 6 – água da torneira; 7 – gasolina a temperatura ambiente; 8 – barra de ferro e 9 – forma e volume variáveis.....	30
Figura 4 - Experimento sendo realizado.....	32
Figura 5 - Gráfico T x t, construído pelos estudantes em sala de aula. ....	33
Figura 6 - Representação da água nos três estados conhecidos pelos estudantes.....	33
Figura 7 - Gráfico das respostas referentes aos estados mostrados pelas imagens do QUESTIONAMENTO 03. Somente as imagens que representam o estado de plasma, ver figura 13 - Apêndice.....	35
Figura 8 - Os três estados mais conhecidos são os únicos?.....	37
Figura 9 - Estado menos energético .....	39
Figura 10 - Gráfico de reconhecimento da existência de outro estado físico.....	41
Figura 11 - Ficha do QUESTIONAMENTO 1.....	51
Figura 12 - Ficha do QUESTIONAMENTO2. ....	53
Figura 13 - Texto sobre as três fases da matéria mais conhecidas.....	54
Figura 14 - Ficha do QUESTIONAMENTO 3. ....	55
Figura 15 - Algumas imagens utilizadas no QUESTIONAMENTO 3. ....	56
Figura 16 - Ficha do QUESTIONAMENTO4. ....	57
Figura 17 - Texto sobre o estado de plasma. ....	58
Figura 18 - Ficha do QUESTIONAMENTO 5. ....	59
Figura 19 - Texto sobre o condensado de Bose-Einstein.....	60
Figura 20 - Instrumento de avaliação aplicado aos estudantes individualmente.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Instrumento de Análise dos Questionamentos 1 (IAQ1) .....	20
Tabela 2 - Instrumento de Análise dos Questionamentos 2 (IAQ2) .....	22
Tabela 3 - Quadro síntese das atividades realizadas.....	25
Tabela 4 - Pré-teste sobre três fases básicas da matéria (sólido, líquido e gasoso). .....	35
Tabela 5 - Classificação das imagens segundo seu estado físico. Apenas imagens de situações representativa do estado de plasma. ....	41
Tabela 6 - A matéria, no universo, se apresenta em apenas cinco fases? .....	45

## SUMÁRIO

1.Introdução.....	1
1.1.Trajectoria.....	1
1.2.O ensino médio.....	3
1.2.1. <i>Fora da Escola</i> .....	7
1.2.2. <i>O aprender</i> .....	8
1.3.Breve revisão bibliográfica.....	14
1.4.Objetivo.....	16
1.5.Justificativa.....	16
1.6.Os sujeitos do estudo.....	17
2.Metodologia do estudo.....	19
2.1.Analise dos dados.....	19
2.2.Sequência didática.....	24
2.2.1. <i>Utilização para este trabalho da sequência didática</i> .....	25
2.3.Produto educacional.....	26
2.3.1. <i>Unidade I: as três fases da matéria conhecidas</i> .....	26
2.3.2. <i>Unidade II: o estado de plasma</i> .....	28
2.3.3. <i>Unidade III: o condensado de Bose-Einstein</i> .....	29
2.3.4. <i>Unidade IV: avaliação da aprendizagem</i> .....	30
3.Aplicação do produto educacional.....	30
3.1.Formação de grupos.....	31
3.2.Fechamento das atividades.....	33
4.Resultados.....	34
4.1.Questionamento 01.....	35
4.2.Experimento 1.....	36
4.3.Questionamento 02.....	38
4.4.Questionamento 03.....	40
4.5.Questionamento 04.....	41
4.6.Questionamento 05.....	43
4.7.Avaliação.....	45
5.Conclusões e considerações finais.....	47

5.1.Conclusões .....	47
5.2.Considerações finais .....	48
6.Referências Bibliográficas.....	50
7.Apêndice - O produto .....	55

# 1. Introdução

Esta dissertação de mestrado abrange a descrição e análise da implantação do produto educacional ‘Indo além das três fases da matéria: uma sequência didática’, tendo sido construída para aplicação em turmas de 2ª série do ensino médio. As turmas em questão fazem parte da Escola Estadual de Ensino Médio Politécnico Silva Gama do Município de Rio Grande do Estado do Rio Grande do Sul.

O produto educacional presente nesta dissertação utiliza uma sequência didática para o estudo das fases da matéria, sólido, líquido, gasoso, plasma e condensado de bose-einstein.

O produto educacional proposto é constituído de quatro unidades, sendo que cada unidade apresenta atividades a serem realizadas pelos estudantes. As atividades realizadas foram constituídas de questionamentos, experimento, avaliação e leituras de textos, totalizando dez atividades. Cada atividade foi realizada em um período de aula, com duração de 50 min no diurno e 45 min no noturno, totalizando 10 horas/aula para efetivar a sequência didática.

Para melhor compreender a atividade realizada se faz necessário preparar o leitor para o que foi escrito e da abordagem que assumi ao longo do estudo. Neste sentido apresento, na próxima sessão, alguns entendimentos propostos. O nível escolar em que o estudo e o produto educacional (disponível no Apêndice A) foi implementado. Suas necessidades, os entendimentos não científicos, uma breve visão do que se tem desenvolvido no contexto escolar neste sentido. Enquanto professor de Física em uma Escola Pública do Ensino Médio, em que há necessidade de se falar em aprendizagem e não em ensino, bem como dos objetivos e justificativas desta investigação. Apresentamos também quem são os participantes envolvidos na aplicação do produto educacional.

## 1.1. Trajetória

Ao longo de minha vida profissional e por acreditar que ensinar deve ser propiciar possibilidades múltiplas de aprender, tenho buscado alternativas para transformar o estudante em aprendiz. No caminho percorrido, tive boas experiências. Uma delas foi fazê-los construir artefatos (brinquedos) para que percebessem conceitos físicos inseridos nos brinquedos, como, por exemplo, barquinhos, arco e flecha e carrinhos que funcionam baseados nas Leis de Newton. Mas o mundo está mudado e é necessário levá-los a se apropriar de novos conhecimentos. Conforme nos ensina Lévy [1999, p.76], “cada grupo

social, em dado instante, encontra-se em situação singular e transitória frente às tecnologias intelectuais”.

Como viver e participar de um mundo imerso em tecnologias que se atualizam energicamente quando encontramos os espaços educativos tradicionais envoltos ainda nas tecnologias passadas, como o quadro e giz?

Buscando relacionar educação necessidades profissionais e sociais do homem no mundo contemporâneo, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 9.394/96 [Brasil, 1999] tem seu foco centrado nas competências a serem construídas durante a escolaridade básica, modificando o paradigma curricular existente e que, tradicionalmente, caracteriza-se por ações descontextualizadas, compartimentadas e pelo acúmulo de informações.

Nesse contexto, percebo que, estamos afastados do que a lei mencionada preconiza. Nas escolas pelas quais passei durante minha vivência profissional, o eixo principal dos professores esteve centrado no acúmulo de conhecimentos, proporcionado pelos conteúdos que as disciplinas ofereciam.

Ao ingressar no magistério estadual, e lá se vão quase trinta anos, tinha um modelo de como ser professor. O modelo perpetuado pela presença nos bancos escolares. Assim como se aprende Português, História, Física e as outras matérias, também se aprende a ser professor. Aprendemos? Ou copiamos o modelo apresentado?

Durante algum tempo meu ideário de sala de aula era o da reprovação. Quanto menos estudantes aprovados melhor professor seria. Felizmente, percebi que isto não satisfazia nem a mim e nem aos estudantes.

Quando se oportunizou realizei minha primeira formação continuada. Nela tive o prazer de conhecer o professor Arion Castro, que me possibilitou uma mudança radical. A mudança me possibilitou perceber que ser professor era bem mais que “dar aula” e realizar provas com os estudantes.

Nestes últimos dezessete anos de sala de aula, muita coisa mudou no meu fazer pedagógico. Parti do modelo professor conteudista para, depois de muitas incertezas e medos, um professor mais satisfeito com sua atuação no convívio com os estudantes.

Inserido no processo de formação continuada, senti necessidade de conhecer melhor a LDB e, então, pude perceber a escolarização como uma forma de tornar os estudantes cidadãos e não meros recipientes de conhecimentos, quase sempre desconexos do seu mundo.

Os professores desconhecem a LDB e, para não ter de mudar seu fazer pedagógico, também não procuram conhecê-la, proporcionando aos seus estudantes o mesmo tipo de aula, ou seja, não se adequando aos novos preceitos da lei. É mais fácil não mudar e ficar com a garantia interior de que o que está sendo trabalhado na escola é de seu domínio. Mudar sempre causa traumas e, para evitá-los, o melhor é permanecer como se está.

A escola, mesmo tendo seus projetos pedagógicos em consonância com a lei, não oferece ao professor qualquer tipo de mudança em suas ações. Os serviços de supervisão escolar continuam burocratizados: há uma maior preocupação com o preenchimento de cadernos de chamada do que com aquilo que efetivamente ocorre nas salas de aula. A escola não está proporcionando um ambiente de discussão da lei; assim, perpetua uma educação conteudista, em contradição com o desenvolvimento de habilidades e competências.

## **1.2. O ensino médio**

Neste item abordo o entendimento sobre a constituição do currículo no contexto do Ensino Médio disponibilizado pelos órgãos responsáveis pela Educação Básica no Brasil. Também apresento as ideias de alguns pesquisadores sobre currículo, assim como sua desconstrução.

O currículo, e aqui se entenda currículo como conceituado por Veiga [2008]:

Currículo é uma construção social do conhecimento, pressupondo a sistematização dos meios para que esta construção se efetive; a transmissão dos conhecimentos historicamente produzidos e as formas de assimilá-los, portanto, produção, transmissão e assimilação são processos que compõem uma metodologia de construção coletiva do conhecimento escolar, ou seja, o currículo propriamente dito. [Veiga, 2008, p.26]

Ou ainda como Medeiros et. al. [2013, sp], que nos dizem que o currículo “decorre de tudo aquilo relacionado ao contexto social, cultural, político, educacional, dos envolvidos”.

Já o texto oferecido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, nos indica que:

O tratamento de diferentes campos de fenômenos implica preservar, até certo ponto, a divisão do conhecimento em áreas da Física tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo, não só pela unidade conceitual que esses campos estabelecem, mas também por permitir uma “transcrição” da proposta nova em termos da compartimentalização anteriormente adotada, reconhecendo-a para superá-la. No entanto, é essencial que

se faça uma releitura dessas áreas, para que a definição dos temas privilegie os objetos de estudo, explicitando desde o início os objetivos estabelecidos. Embora sejam múltiplas as formas de organização dos conteúdos e as escolhas possíveis, apresentamos a seguir algumas considerações que ilustram a direção desejada. [Brasil 2002, p69]

Após uma análise de propostas curriculares dos estados, Distrito Federal e municípios de capitais, solicitada, em 2009, pelo Ministério da Educação, Sampaio [2010] indica que:

[...] as propostas, na sua configuração geral, não encaminharam soluções para os graves problemas ligados ao ensino e à aprendizagem dos alunos, ainda que tenham apresentado aprofundamento em concepções e uma relação explícita entre proposições curriculares e a formação prevista para os estudantes. [...] as listagens extensas não permitem supor flexibilidade e adequação de tratamento às necessidades de aprendizagem dos alunos. As raras propostas que apontam para o enfrentamento dessas questões foram elaboradas na relação estreita com as escolas atendidas, o que não só atesta a necessidade de superar o caráter formal das propostas, como também sugere um acertado caminho nessa direção. [SAMPAIO, 2010, p.15]

Nesta perspectiva o currículo assim construído se apresenta, em parte, desatualizado e descontextualizado. Mesmo com a inclusão de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no currículo do Ensino Médio, seu estudo encontra dificuldades e algumas vezes não acontece. Em consequência disso, não são tratados conhecimentos importantes para a compreensão e observação do mundo contemporâneo.

Neste sentido Ostermann e Moreira [2000], nos dizem que

com a finalidade de obter uma lista consensual, entre físicos, pesquisadores em ensino de Física e professores de Física do ensino médio, sobre quais tópicos de Física Contemporânea deveriam ser abordados na escola média, se quiséssemos atualizar o currículo de Física neste nível, chegamos a seguinte lista final: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular, fibras ópticas. [OSTERMANN 2000, p.43]

Pereira e Ostermann [2009], dando continuidade aos estudos de Ostermann e Moreira [2000], informam que apesar do crescente aumento relativo de publicações disponíveis sobre a Física Moderna e Contemporânea, ainda é pequeno o número de publicações para uso no ensino médio, ficando a maioria dos artigos ainda exclusiva como referência bibliográfica aos professores.

De acordo com diretrizes governamentais do Brasil, não se trata de fornecer aos educandos, conhecimentos da ciência contemporânea somente com o objetivo de aumentar a cultura dos estudantes, mas sim, levá-los a desenvolver uma visão de mundo atualizada, compreendendo técnicas e princípios científicos e a causas desse desenvolvimento científico sobre suas vidas.



Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96) em seu Art. 22, encontramos que: “A educação básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhes meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” [Brasil 1996, sp]. E complementado pelo Art. 36, tendo como diretriz destacar: “a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, [...] acesso ao conhecimento e exercício da cidadania” [BRASIL 1999, sp].

Conforme Brasil [1996], o texto legal, em seu Art. 35, tem o ensino médio como etapa final da educação básica, e como objetivo a continuidade do ensino fundamental. Neste contexto o ensino médio objetiva: a consolidação e aprofundamento das aprendizagens obtidas no ensino fundamental; o aprimoramento do estudante enquanto pessoa humana (formação ética, desenvolvimento da autonomia intelectual e pensamento crítico); a compreensão de fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando teoria e prática.

O Conselho Nacional de Educação (CNE), através da Câmara de Educação Básica (CEB), em seu parecer CNE/CEB Nº: 7/2010, em seu Art. 26, § 1º informa que:

O Ensino Médio deve ter uma base unitária sobre a qual podem se assentar possibilidades diversas como preparação geral para o trabalho ou facultativamente, para profissões técnicas; na ciência e na tecnologia, como iniciação científica e tecnológica; na cultura como ampliação da formação cultural [BRASIL 2010, p.69].

É possível perceber, dos textos anteriores, que o ensino médio apresenta a responsabilidade de unir saber escolar com vivência cotidiana, para que o estudante possa dar prosseguimento aos estudos iniciados no ensino fundamental.

De acordo com Rocha [1998] no Estado do Rio Grande do Sul, o ensino médio apresenta-se desdobrado em: Ensino Médio Politécnico, Ensino Médio Curso Normal, Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio e Educação Profissional Técnica de Ensino Médio. O ensino médio politécnico tem sua concepção baseada em um engendramento entre o conhecimento e a tecnologia, na crença de que o conhecimento promove a cidadania.

O novo princípio educativo do trabalho compreende a politecnia como domínio intelectual da técnica. Ou ainda, segundo nos informa Terra [2013], a politecnia se traduz por:

[...] pensar políticas públicas voltadas para a educação escolar integrada ao trabalho, à ciência e à cultura, que desenvolva as bases científicas, técnicas e tecnológicas necessárias à produção da existência e a consciência dos direitos políticos, sociais e culturais e a capacidade de atingi-los [GRAMSCI 1978 apud TERRA 2013, p.4].

Nesta perspectiva Barros [2012, p.14] nos elucida que “a politecnia diz respeito ao domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas que caracterizam o processo de trabalho produtivo moderno”.

A nova proposta de Ensino Médio Politécnico se fundamenta em uma concepção de conhecimento compreendido como:

[...] um processo humano, histórico, incessante, de busca de compreensão, de organização, de transformação do mundo vivido e sempre provisório; a produção do conhecimento tem origem na prática do homem e nos seus processos de transformação da natureza [Rocha 1998, p.32].

A Educação Politécnica, conforme Rio Grande do Sul [2011] resgata o pensamento crítico sobre a posição do estudante no mundo, no trabalho e em seu cotidiano; estabelecendo a necessidade de novos significados a estes mesmos aspectos e, ainda, estabelecendo uma educação mais horizontal, emancipadora e democrática.

Em decorrência disso, os conteúdos deveriam ser organizados a partir da realidade vivida pelos estudantes e da necessidade de compreender esta realidade. Mas como perceber esta realidade?

Quando o estudante possui desejo de compreender esta realidade, faz pesquisa, vai à busca, do que lhe é interessante, instigante, desconhecido, ou qualquer outro termo que o faça refletir sobre seu desejo.

A pesquisa, e entenda-se pesquisa como sendo o conhecimento buscado pelo estudante, garante a apropriação da realidade, assim como possibilita a intervenção nesta realidade. Como metodologia, a pesquisa possibilita a construção de novos conhecimentos e a formação de estudantes autores, críticos e reflexivos.

Como nos informa Galiuzzi e Moraes, “assumindo-se autores de sua formação por meio da construção de competências de crítica e de argumentação, o que leva a um processo de aprender a aprender com autonomia e criatividade”[Galiuzzi 2002, p.238]

De forma similar encontramos em Brasil [2010] que:

A pesquisa escolar, motivada e orientada pelos professores, implica na identificação de uma dúvida ou problema, na seleção de informações de fontes confiáveis, na interpretação e elaboração dessas informações e na organização e relato sobre o conhecimento adquirido. [...]propicia o desenvolvimento da atitude científica, o que significa contribuir, entre outros aspectos, para o desenvolvimento de condições de, ao longo da vida, interpretar, analisar, criticar, refletir, rejeitar ideias fechadas, aprender, buscar soluções e propor alternativas, potencializadas pela investigação e pela responsabilidade ética assumida diante das questões políticas, sociais, culturais e econômicas. [...]uma concepção de investigação científica que motiva e orienta projetos de ação visando à melhoria da coletividade e ao bem comum. [Brasil 2010, p.22]

Ao olhar para os textos apresentados anteriores, surge uma pergunta: Aos estudantes do ensino médio têm sido oferecidos os estudos necessários para que possam avançar e compreender os conhecimentos que a humanidade já alcançou?

### **1.2.1. *Fora da Escola***

No dia a dia das vivências dos estudantes de ensino médio, fora da escola, eventualmente temas curiosos relacionados às ciências são expostos na mídia, e assim termos científicos são apresentados aos estudantes e à população em geral, fazendo com que as ciências estejam acessíveis a qualquer pessoa.

Os meios de divulgação: internet, cinema, televisão, rádio, etc., tentam transpor o conhecimento, proveniente da ciência formal, para o mundo consensual. Mas estes conceitos são normalmente apresentados de maneira muito simplificados e nem sempre de forma corretos, gerando significados nem sempre corroborados pela comunidade científica. Além desses meios, existem pessoas que fazem essa transposição, operando dentro de suas especificidades profissionais, tais como: professores, jornalistas, palestrantes, cientistas amadores.

Não devemos, entretanto, esquecer que os textos de divulgação científica são produzidos por jornalistas e/ou cientistas, que não têm como foco o ensino formal de ciências. Tendo como principal objetivo veicular informação científica para um público de não especialistas. Portanto não é apresentado por estes textos de divulgação científica um caráter didático inerente à prática escolar[Nascimento2006].

Bardine [2015] nos indica que o conhecimento produzido pelas ciências utiliza métodos e teorias rigorosos, ou ainda como diz Mascarello e Vieira [2013, p.5] “A principal característica do conhecimento científico se traduz no uso de métodos rigorosos como instrumentos explicativos dos significados da existência do objeto em relação ao sujeito e ao coletivo”. Portanto trata-se da utilização de um espaço não popular e restrito. Espaço onde é produzido um conhecimento especializado e hierarquizado.

Já no cotidiano, em suas relações não escolares, os estudantes vivem mergulhados em um mundo de senso comum, e o conhecimento aí produzido é subjetivo, apresenta regras pouco definidas e a lógica utilizada é própria de cada indivíduo. O senso comum, segundo Martins [1998] decorre da partilha de significados, que são reinventados continuamente ao invés de serem continuamente copiados.

Neste mundo as teorias apresentadas têm igual valor independentemente do propositos, e quando compartilhadas, adquirem status de verdade. Em Francelin [2004] encontramos que no mundo do senso comum não há preocupação com a verdade ou falsidade, se recebe e se emite opiniões sem a preocupação com o porquê e seu significado. São conhecimentos criados sem um pensamento crítico, onde a pessoa se apropria de um conjunto de informações sem realmente saber seu significado, e são usados no dia a dia como verdades absolutas.

Apresenta-se ai um panorama bastante preocupante, os estudantes, quando fora da escola, estão inseridos neste mundo de informações desqualificadas, e ao chegar à sala de aula, nem sempre aceita a informação dada pelo professor como verdadeira, afinal ele ouve o tempo inteiro informações errôneas, como por exemplo: “um peso de 5 quilos”, em vez de “uma massa de 5 quilogramas” ou ainda “um peso de 5 quilogramas força” (ou newtons); e também que “hoje fará um calor de 28 graus”, em vez de “uma temperatura de 28 graus célsius”.

Cascais e Terán[2013], alertam que para o efetivo exercício da cidadania é necessário a compreensão da ciência e da tecnologia, e isso só é possível quando o indivíduo apresenta uma cultura científica, caso contrário apresentará um analfabetismo científico. É necessário desenvolver uma alfabetização científica que deva ser promovida ao longo dos anos de escolarização, pois é um processo permanente, já que o conhecimento científico está em constante renovação. Desenvolver a alfabetização científica com os estudantes é dever do(a) professor(a) na sala de aula.

Para reverter, pelo menos em parte, esta situação, é necessário apresentar aos estudantes conceitos físicos atualizados, e com isto acreditar que possa haver um melhor entendimento do mundo contemporâneo e assim prepará-lo para a compreensão desta ciência pouco popular.

### **1.2.2. *O aprender***

Aprender, de forma popular, é fácil de ser compreendido; porém, ao ser analisado cientificamente, nos leva a um cenário com difícil de definição. Santos [2007] informa que a ciência não foi capaz ainda de responder à questão do aprender. O que acontece no cérebro de uma pessoa quando ela aprende alguma coisa? Hamze [2014]nos informa que aprender é o resultado da interação entre estruturas mentais e o meio ambiente; é um processo de alteração no comportamento obtido por experiências construídas por fatores emocionais, neurológicos, relacionais e ambientais.

Aprender, segundo Maturana [1998], é um ato constante em nossas vidas, que ocorre no convívio com o outro, na comunidade em que vivemos através da aceitação e do respeito pelo outro.

Santos [2007] nos indica ainda que pela impossibilidade da observação direta, a aprendizagem é constatada e estudada indiretamente, através dos efeitos sobre o comportamento. Quando alguém aprende alguma coisa, seu comportamento fica alterado em algum aspecto, mesmo que a mudança não se evidencie imediatamente. No entanto, não é só a aprendizagem que provoca alterações na conduta. Por isso, definir aprendizagem simplesmente como uma mudança no comportamento não é suficiente. Em Schroeder [2011], encontramos que a maioria dos estudiosos, para auxiliar a diferenciar as mudanças de comportamento ocasionadas pela aprendizagem daquelas que não o são, estabeleceram dois critérios, que são:

- \* relativamente duradouras: as mudanças não deverão ser necessariamente permanentes, mas com alguma duração. Este critério elimina as alterações devido a lesões (como o “mancar” por ter torcido o pé), as drogas (como a reação retardada a estímulos por ingestão de tranquilizantes), a fadiga (como a eficiência diminuída pelo trabalho excessivo), ou outros estados transitórios do organismo.
- \* devidas a alguma experiência ou treino anterior: as mudanças de comportamento devido à maturação ou tendências inatas de respostas (como o voar dos pássaros ou o choro do recém-nascido), já que uma de suas características é justamente o aparecimento súbito e a falta de treinamento anterior.

Segundo os critérios apresentados acima, a aprendizagem é qualquer mudança relativamente permanente no comportamento e que resulta da experiência ou do viver sofrido pelo aprendente.

Em Psicologia e em Educação, são denominadas teorias da aprendizagem as diversas maneiras para explicar o processo de construção do conhecimento dos indivíduos. Neste trabalho, são utilizadas a Teoria da Aprendizagem Significativa, enunciada por David Ausubel, que trata dos conhecimentos adquiridos a partir de outros, já existentes, em um processo contínuo e recursivo, e os estudos de Humberto Maturana, os quais nos oferecem uma visão do Aprender na Convivência.

Na década de 1960, David Ausubel propôs uma teoria de aprendizagem, que intitulou Teoria da Aprendizagem Significativa, na qual enfatiza a aprendizagem de significados (conceitos) como a mais relevante para os seres humanos, em detrimento da

aprendizagem mecânica, que ocorre de forma receptiva e que tem sido utilizada pela humanidade como forma de transmitir informações ao longo de gerações. Nesta visão, minhas vivências têm mostrado que o livro-texto representa a autoridade da qual o saber origina; o quadro de giz, o ensino transmissivo, no qual o professor parafraseia, repete o que está no livro ou resolve exercícios para que os estudantes copiem, decorem na véspera da avaliação e nela repitam o que conseguirem lembrar, em um processo pergunta-resposta-pergunta, que é uma aprendizagem mecânica e, portanto, longe de ter significado para o estudante.

Em Moreira [2005], encontro que é difícil imaginar ensino mais antiaprendizagem significativa do que este: o professor escreve no quadro, os estudantes copiam, decoram e reproduzem, sendo uma representação típica de aprendizagem mecânica, na qual as novas informações são memorizadas de maneira arbitrária, literal e sem significação. Esse tipo de aprendizagem, bastante estimulado na escola, serve para "passar" nas avaliações, mas tem pouca retenção, não requer compreensão e não dá conta de situações novas.

Para que serve aprender equações de 2º grau, roldanas e alavancas, cálculos estequiométricos, Di Cavalcanti, Revolução Industrial? Se os conhecimentos não estiverem diretamente ligados ao cotidiano, ou não mostrarem a existência de alguma relação com ele, a aprendizagem não se torna significativa. O que não apresenta significado para o cérebro é descartado em pouco tempo, pelo não uso ou não aplicação imediata.

Ausubel [2003], em sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* de 1963, apresenta pela primeira vez uma teoria cognitiva, em oposição à aprendizagem verbal por memorização, que denominou aprendizagem significativa.

Por definição, a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados, “é um processo característico, no qual o significado é um produto ou resultado da aprendizagem, em vez de ser um atributo do conteúdo daquilo que está para ser aprendido” [Ausubel, 2003, p.133]. Aprender significativamente, portanto, implica atribuir significados, os quais têm sempre componentes pessoais.

No entender de Maturana [1993] a aprendizagem é a transformação do ser vivo e do meio em que vive, de maneira congruente, e não apenas um processo de aquisição de conhecimentos. É um processo de adaptação e/ou acomodação de uma circunstância diferente da que o sujeito tinha no início.

Aprender se constitui em um processo no qual o estudante convive com o outro e, neste conviver, se transforma em seu espaço de convivência. Aprender acontece o

tempo todo, de forma recíproca e, nesse convívio, ocorre uma transformação, configurada de acordo com o conviver da comunidade em que vive. Isto é, como nos diz o próprio Maturana [1998, p.28], “toda história individual humana é a transformação de uma estrutura inicial, de maneira contingente com uma história particular de interações que se dá constitutivamente no espaço humano”. Após uma série de interações recorrentes, surge uma estrutura diferente daquela inicial, ocorrida no próprio viver.

Para Ausubel (2003), no processo em questão, uma nova informação se relaciona, de forma não arbitrária (não consciente) e substantiva (por si só), a um conceito relevante da estrutura cognitiva daquele que está para aprender. Conceito este designado de “conceito subsunçor”, podendo ser encontrado ainda sob a denominação de “ponto de ancoragem”, “conhecimento prévio” e “conceito inclusor”. Para uma melhor compreensão do que seja um conceito subsunçor, trazemos o exemplo do triângulo retângulo. O conceito de triângulo pode servir como ponto de ancoragem que, por ser mais inclusivo, desempenha a função de uma âncora para o entendimento do conceito de triângulo retângulo, menos inclusivo.

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova adquire significado para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem com conhecimentos preexistente no indivíduo, com certo grau de clareza, estabilidade e diferenciação [Moreira, 2009]. Pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento ancorado, que é não-literal e não-arbitrário, o novo conhecimento adquire significado para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, adquirindo maior estabilidade. Importante esclarecer que a falta de tais conhecimentos prévios constitui a principal influência limitadora ou negativa sobre a nova aprendizagem significativa [Ausubel, 2003].

Segundo Maturana [1998], somos sistemas determinados em nossa estrutura. Ou seja, somos sistemas que, quando algo externo age sobre nós, o que acontece conosco depende de nós, de nossa estrutura nesse momento, e não só do algo externo. Mudamos como resultado de nossos próprios processos internos, numa interação com o meio, segundo uma dinâmica na qual a única coisa que as influências externas fazem é desencadear mudanças em nossa estrutura.

A consolidação de um processo cujo objetivo seja a aprendizagem significativa nos leva a insistir no conteúdo que está sendo estudado antes de apresentar novos conteúdos, ou seja, o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem subsequente [Moreira, 2005]. Ou ainda como informa Maturana [1993], a ontologia do aprendiz é primordial para o seu desenvolvimento.

A aprendizagem significativa pode ser adquirida a partir de um material de aprendizagem apresentado. A apresentação do mesmo deverá ter caráter potencial para o aprendiz, pressupondo,

(1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante, ou seja, que possui significado “lógico” e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material [Ausubel, 2003, p.1].

A aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo. O material de aprendizagem é apenas potencialmente significativo; se já fosse significativo, o objetivo da aprendizagem estaria completo, antes mesmo de se tentar ou ocorrer qualquer aprendizagem.

O fundamento lógico para se referir apenas à significação potencial dos materiais de instrução é uma condição importante da aprendizagem significativa e caso se tivesse considerado apenas o aspecto do material de aprendizagem como unicamente significativo, sem se acrescentar o qualificativo potencial, o objetivo do processo de aprendizagem significativa teria sido alcançado de modo precoce, tornando, assim, supérfluo o processo de aprendizagem per se. Isto acontece porque o próprio significado é um produto emergente da interação entre as ideias a serem apreendidas com o material de instrução e as ideias relevantes de subsunção (ancoradas) existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. [Ausubel, 2003, p.74].

Existem três requisitos essenciais para que a aprendizagem seja significativa: a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica; a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva, conceitos subsunçores ou conceitos âncora, que possibilitem a sua conexão com o novo conhecimento; e disposição de aprender, é necessário que o aprendiz manifeste uma predisposição para relacionar de forma não-arbitrária e substantiva o novo saber, a sua estrutura cognitiva e o material potencialmente significativo.

A utilização de artefatos mediadores – máquinas, equipamentos, músicas, livros, etc. – podem contribuir para a efetivação de uma aprendizagem significativa, prazerosa e eficaz, pois é capaz de despertar no aprendiz, o interesse e a motivação pela busca do conhecimento [Hamze, 2014].

Segundo Maturana [1993, p.32], “quando se consegue que o outro aceite o convite a conviver, o educar não custa nenhum esforço para se viver”. Portanto, é necessário criar um espaço desejável para o outro, de maneira que possamos fluir no conviver de maneira particular. É tarefa do professor criar os referidos espaços de convivência, de modo que os estudantes estejam dispostos a conviver, por certo tempo, espontaneamente e, na convivência, professor e estudantes irão se transformar de forma congruente.

Nossa tarefa é criar um espaço de convivência no qual o aprendiz possa co-derivar conosco, transformando-se, realizando-se como um ser social, em que



possa respeitar o outro, consciente de pertencer a uma sociedade em um âmbito maior, que é o âmbito ecológico em que vive. [Maturana, 1993, p.35]

Desejo um estudante-pesquisador, para o qual o ato de aprender, conforme Maturana [1993], não é externo a ele, mas sim uma construção própria e interna em interação com o meio.

Ao contrário deste pensar, temos os professores que acreditam ser capaz de ensinar, de ter o poder de modificar o aprendente com suas lições pré-concebidas. Em relação a isto, Rodrigues [2007] nos dá uma visão mais moderna e modesta:

A figura do professor que sabe tudo ou daquele que detém os saberes vai sendo deixada de lado pela possibilidade da imersão nos próprios pensamentos, incertezas, imagens e desejos. A crença em uma ciência pronta e acabada, muito presente no processo de ensinar a aprender desmorona, aos poucos, cedendo lugar a questões desconhecidas e incertezas que permeiam o mundo contemporâneo. Surge outro desafio para os que trabalham na e pela educação, que é encontrar saídas viáveis, ou no mínimo possíveis para enfrentar e rejuntar esse mundo de incerteza. [Rodrigues 2007]

Em Schroeder [2011, p.15] encontramos que “ensinar deve ser propiciar possibilidades múltiplas de aprender [...] para transformar o estudante em aprendiz”.

Na medida em que o professor assume ser o ensinante, o estudante se torna um mero memorizador. Responde ao que lhe é perguntado com respostas memorizadas que, na maioria das vezes, após um curto espaço de tempo, já foram esquecidas, por não terem sido agregadas às estruturas cognitivas do aprendiz. Essa forma de aprender é, portanto, o oposto ao que Ausubel [2003] define como uma aprendizagem significativa, na qual os novos conhecimentos se relacionam com os anteriores, formando uma nova estrutura mental que, de forma recursiva, será novamente modificada, criando um conhecimento significativo para o aprendiz, de longa duração.

A partir destas definições de aprendizagem foi construído e implementado o produto educacional que origina esta dissertação. Produto este que é uma sequência didática sobre as fases da matéria. Normalmente nos referimos as três fases da matéria: sólido, líquido e gasoso, mas aqui pretendemos ir além destas e apresentar aos estudantes da escola de ensino médio o estado de plasma e o estado de bose-einstein. Dentro desta visão de ir além, também iremos durante as discussões comentar outros possíveis estados. Ainda dentro da proposta pretendemos apresentar aos estudantes os usos do plasma no nosso cotidiano como por exemplo os televisores e equipamentos de corte e solda.

### 1.3. Breve revisão bibliográfica

Neste item trago uma breve revisão bibliográfica, sobre possíveis trabalhos desenvolvidos sobre o tema de nosso estudo.

Utilizando a grande rede de computadores e fazendo uma pesquisa em sítios de relevância para a Física, como por exemplo: Revista Brasileira de Ensino de Física<sup>1</sup>, com as seguintes palavras chaves: fases da matéria, plasma ou condensado de bose-einstein. Resultou que não foi encontrado nenhum artigo com possibilidade de uso no ensino médio.

De forma similar, ao realizar as mesmas buscas no sítio do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade de Federal de São Carlos, na página Dissertações e Teses<sup>2</sup>, nenhum artigo foi encontrado com as palavras chaves: “fases da matéria”, “plasma” ou “condensado de bose-einstein”.

Na página do Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade de Federal do Rio Grande do Sul, na seção do Mestrado<sup>3</sup>, ao realizar as mesmas pesquisas, nos deparamos com o trabalho de Tonelli [2014], intitulado **“Uma proposta para a introdução dos plasmas no estudo dos estados físicos da matéria no Ensino Médio”**, Textos de Apoio ao Professor de Física-IF-UFRGS –v.25 n.2, 2014. O trabalho apresentado se aproxima muito deste trabalho que está sendo construído. O diferencial maior está no âmbito das fases apresentadas, enquanto Tonelli [2014] trabalha o estado de plasma, esta sequência didática vai um pouco além ao trabalhar o estado de plasma e o estado de condensado de bose-einstein.

Ainda utilizando a grande rede de computadores, mas agora fazendo uma busca de forma aberta sobre as palavras chaves usadas anteriormente, qual sejam: “mudança de fase”, “plasma” e “condensado de bose-einstein”, com relevância ao “ensino de física” encontramos:

**O ensino de física no ensino médio e o condensado de bose-einstein.** Com autoria de Beirão et al [2007], o trabalho apresenta um estudo sobre o conhecimento do condensado de bose-einstein, após ter sido entregue aos estudantes textos de apoio. Como a pesquisa não apresentou bons resultados o grupo de pesquisadores retornou aos estu-

---

<sup>1</sup>- Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pesquisa.php>>

<sup>2</sup>- Disponível em: <<http://www.ppgece.ufscar.br/index.php/ppgece/dissertacoes-e-teses>>

<sup>3</sup>- Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra\\_trabalhos.php?curso=0](http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra_trabalhos.php?curso=0)>

dantes, desta vez oferecendo material de estudos das três fases da matéria mais conhecidas, sólido, líquido e gasoso e sobre o quarto estado da matéria, o estado de plasma. Após o retorno os resultados obtidos foram satisfatórios no entender dos pesquisadores.

O trabalho se encontra no Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará. Experiências Inovadoras de Educação em Ciências<sup>4</sup>. 59ª Reunião Anual da SBPC. UFPA, Belém, PA. 8 a 13 de julho de 2007.

**Inserção do plasma como conteúdo no ensino médio: necessidade, desafios e apreciação de professores e alunos.** Com autoria de Tavares e Hora [2009b], o trabalho apresenta um excelente material para ser trabalhado com o estado de plasma para os estudantes de ensino médio, mas não foi efetivamente aplicado. É apenas uma proposta de estudo do plasma com um viés em Química, não tendo sido aplicado com estudantes do ensino médio. O trabalho foi apresentado no 49º Congresso Brasileiro de Física<sup>5</sup>. Porto Alegre-RS. 4 a 8 de outubro de 2009.

**Além dos Três Estados da Matéria.** Tendo como autores Alves et al [2004], vemos neste trabalho um esforço muito intenso de preparar materiais para serem aplicados, como: textos, imagens e questionamentos. No entanto o trabalho produzido pelos estudantes da Universidade de São Paulo, na disciplina Metodologia de Ensino de Física I, não apresenta nenhum resultado de aplicação realizada. O que nos leva a crer que tenha sido produzido com o intuito de obter créditos, e, portanto, não ter sido aplicado. O texto se encontra em Metodologia de Ensino de Física I<sup>6</sup>, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

**Proposta para inserção do estudo do plasma no Ensino Médio: ensino, avaliação e opinião de alunos e professores.** Com autoria de Tavares, Silva Júnior e Hora [2009a], trabalho em andamento, sem ter sido apresentado como completo. Não apresentava conclusões e, portanto, sem validade para nosso estudo. O trabalho foi apresentado no 3º Congresso Norte-Nordeste de Química / 1º Encontro Norte-Nordeste do Ensino de Química. Associação Norte-Nordeste de Química<sup>7</sup>

---

<sup>4</sup>- Disponível em <[http://www.sbcnet.org\\_bar/livro/59ra/livroeletronico/resumos/R0525-1.html](http://www.sbcnet.org_bar/livro/59ra/livroeletronico/resumos/R0525-1.html)>.

<sup>5</sup>- Disponível em <<http://www.abq.org.br/cbq/2009/trabalhos/6/6-373-5991.htm>>.

<sup>6</sup>- Disponível em <[http://paje.fe.usp.br/~mef-pietro/mef2/app.upload/6/\\_mefmi\\_010.pdf](http://paje.fe.usp.br/~mef-pietro/mef2/app.upload/6/_mefmi_010.pdf)>

<sup>7</sup>- Disponível em <<http://www.annq.org/congresso2009/trabalhos/pdf/T9.pdf>>

Na pesquisa bibliográfica realizada pelo autor deste trabalho não foram encontrados artigos que tivessem a mesma abrangência do estudo alvo dessa dissertação. Deve-se esclarecer que o foco dos trabalhos analisados, tinham uma tendência unilateral, ou trabalhavam o plasma ou o condensado de bose-einstein. Diferentemente este trabalho envolveu, além dos três estados (sólido, líquido e gasoso) tradicionalmente mostrados na escola, mais dois estados, os estados de plasma e condensado de bose-einstein, formando assim um estudo integrado dos cinco estados da matéria mais conhecidos. Desta forma levou os estudantes à aceitação de que os estados da matéria não estão limitados. Mostrou ainda aos estudantes de ensino médio a possibilidade da existência de outros estados.

## **1.4. Objetivo**

O objetivo deste trabalho é possibilitar aos estudantes do ensino médio, pela aplicação do produto educacional, ‘Indo além das três fases da matéria: uma sequência didática’, tomar ciência da existência do estado de plasma e do condensado de bose-einstein.

Conhecer as aprendizagens que ocorreram na aplicação da sequência didática proposta, utilizando as fases da matéria.

Proporcionar aos estudantes uma maior compreensão dos conhecimentos físicos contemporâneo indo além do conteúdo tradicional, geralmente previsto na grade curricular das escolas.

Paralelo a isto, o presente trabalho tem o objetivo de levar o estudante a perceber a existência de uma ciência inacabada, ainda carente de novos conhecimentos.

## **1.5. Justificativa**

Ao realizar este trabalho ofereço aos estudantes do ensino médio conhecimentos de física moderna e contemporânea, possibilitando a eles a oportunidade, talvez única, de conhecer os estados de plasma e condensado de bose-einstein.

Portanto, a justificativa para a realização desta atividade, está calcada na necessidade de a escola de ensino médio oferecer conhecimentos de física moderna e contemporânea aos seus estudantes. Vivemos em tempos onde o estado de plasma já é encontrado com bastante facilidade. Ao olharmos ao nosso redor, podemos perceber que o plasma se

apresenta em diversas situações cotidianas. Apresentam-se como artefatos domésticos (televisores e lâmpadas), artefatos industriais (tochas de corte, tocha de solda, disjuntores), fenômenos naturais (auroras boreais, raios) e desenvolvimento tecnológico (geradores de energia). Em vista disto é mais do que necessário oferecer aos estudantes a possibilidade de compreensão destes saberes. Os estados sólido, líquido e gasoso, tradicionalmente também vistos no ensino fundamental nas aulas de ciências, são repetidos no ensino médio com algum nível de aprofundamento. Para alguns dos estudantes do ensino médio esta é a etapa final de escolarização, outros seguirão seus estudos em nível de ensino superior. Dos estudantes ingressantes na universidade, talvez apenas os estudantes de cursos muito específicos farão estudos sobre os estados de plasma e condensado de bose-einstein. Os demais, assim como os que não chegaram à universidade não terão a oportunidade de conhecer estes estados tão presentes no viver cotidiano, portanto o ensino médio é um ótimo lugar para adquirir estes conhecimentos. Este trabalho tem a intenção de completar o entendimento de que existem estados mais energéticos que o estado de vapor, o estado de plasma, assim como um menos energético que o estado sólido, o estado condensado de bose-einstein, mesmo este estado não sendo presente do nosso dia a dia.

## **1.6. Os sujeitos do estudo**

Enquanto professor atuante em uma escola pública estadual, trago minhas inquietações e preocupações em relação ao estudante e os saberes que ele deve/tem de aprender. Nesse sentido, esse trabalho também olha o estudante implicado na própria ação de aprender.

O trabalho foi desenvolvido com estudantes dos 2º anos do Ensino Politécnico em uma Escola Pública Estadual do Município de Rio Grande/RS, onde atuo na disciplina de Física. A atividade aconteceu no terceiro trimestre do ano de 2014, e contou com a participação de estudantes de cinco turmas de segundas séries do ensino médio. O trabalho proposto foi realizado na Disciplina de Física, mas pelas características da proposta poderia ser utilizado por qualquer uma das áreas do conhecimento.

No total foram atingidas cinco turmas, perfazendo um número de aproximadamente 120 estudantes do Ensino Médio - Modalidade Politécnico. As mesmas são do turno da manhã e noite.

A atividade aconteceu em dois ambientes distintos formais: a sala de aula e o laboratório de ciências da escola.

A escola trabalhada não apresenta qualquer peculiaridade específica: possui salas como as da maioria das escolas, um laboratório de ciências, uma sala de informática com mesas e cadeiras em condições de uso, mas assim como qualquer escola apresenta as marcas das gerações que insistem em deixá-las sobre as mesmas, como que para demarcar um território, hábito semelhante ao dos habitantes originais da América do Norte, que aplicavam aos seus cavalos uma impressão da própria mão, com tinta, como forma de mostrar a propriedade.

A ideia central, o foco, deste trabalho é realizar um estudo sobre os estados da matéria para além dos três estados (sólido, líquido e gasoso) abordados no ensino médio normalmente. Espero oferecer aos estudantes uma ferramenta capaz de mostrar que o mundo é bem mais do que o que está posto.

Para realização da proposta foi utilizada a metodologia sequência didática, onde o estudante é levado a participar de uma aprendizagem gradual e sequencial sobre qualquer assunto. No decorrer do texto, apresentamos a sequência didática de forma mais contundente.

Na sequência deste texto são apresentados: na Secção 2 – Metodologia, está exposta a sequência didática utilizada neste trabalho; na Secção 3 – Aplicação do Produto, é esclarecido como foram compostos os grupos de trabalho e as discussões realizadas durante os encontros e finalmente na Secção 4 – Resultados, é apresentado as informações obtidas pela observação das respostas oferecidas pelos estudantes durante a aplicação do produto.

Na Secção 5 – Conclusões e considerações finais apresenta meu olhar sobre trabalho desenvolvido junto aos estudantes durante nossos encontros.

Para oportunizar outros colegas a realização de um aprender diferente e significativo, no Apêndice A, está disponível a sequência didática “Indo além das três fases: uma sequência didática” que possibilitou a realização desta dissertação.

## **2. Metodologia do estudo**

Ao propor a realização do presente trabalho, tinha claro que seria necessário desenvolver um modo de torná-lo realizável. Dentro deste capítulo, apresento as formas de tratar as informações obtidas na aplicação do produto educacional, o desenvolvimento das temáticas de Física utilizadas, bem como a forma de implementar as ações e atividades ao longo de 10 horas aula.

Estar em uma escola formal pressupõe a existência de conteúdos a serem vencidos dentro de uma grade curricular; portanto, não poderia realizar uma prática completamente dissociada dessa exigência. Assim, busquei trabalhar na disciplina de Física o conteúdo Fases da Matéria, que trata dos conhecimentos pertinentes ao estudo das formas como a matéria se apresenta – sólida, líquida e gasosa – e também avançar o estudo, possibilitando ao estudante ir além do que normalmente é apresentado no ensino médio.

Para ter êxito nesta tarefa, foi desenvolvida uma sequência didática intitulada ‘Além das três fases da matéria: uma sequência didática’, na qual são tratados os conhecimentos referentes aos três estados da matéria conhecidos até então. Após se faz uma discussão sobre o estado de plasma, da sua compreensão, disponibilidade na natureza e utilização pela sociedade. Por último, realizamos um estudo sobre o estado de bose-einstein. É interessante salientar que para chegar ao condensado de bose-einstein foi necessário trabalhar o modelo atômico idealizado por Schrödinger, referendado no texto 03 (O ‘quinto estado’), no Apêndice A.

### **2.1. Análise dos dados**

Para analisar os resultados da aplicação do produto educacional, a pesquisa se caracterizou por um estudo qualitativo do conversar realizado pelos sujeitos participantes do estudo, assim como um estudo quantitativo das respostas obtidas durante as atividades.

Para compreender o conversar dos estudantes, foi necessário buscar metodologias que sustentassem uma análise do coletivo produzido pela proposta de ensino. A escolha metodológica do trabalho fundamenta-se nos estudos de Lefrève e Lefrève [2005] acerca do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC). Para os autores, o discurso coletivo expressa um sujeito coletivo que, por sua vez, viabiliza um pensamento social, na medida

em que se entende o pensamento de uma coletividade sobre determinado tema como possível de ser visto enquanto conjunto dos discursos existentes na sociedade e na cultura, dos quais os sujeitos lançam mão para se comunicar e interagir.

A seguir, é apresentada a primeira tabela, obtida das respostas ao questionamento relacionado à pergunta “**Em relação à atividade anterior, há movimento das moléculas da água nos três estados físicos?**” do QUESTIONAMENTO 02, da Unidade I da sequência didática aplicada, que possibilitou a construção de um dos discursos coletivos. Os demais discursos foram obtidos de forma análoga, ou seja, através de questionamentos abertos, nos quais os estudantes escreviam seus discursos individuais.

**Tabela 1 - Instrumento de Análise dos Questionamentos 1 (IAQ1)**

EXPRESSÕES-CHAVE	IDEIAS CENTRAIS	ANCORAGEM
Há movimento em todos os estados físicos. Sim, em todos há movimento. Sim, os três estados há movimento molecular.	Movimento em todos os estados.	Agitação interna
Sim, por que nos permite comparar a distribuição e a separação dos átomos nos três estados.	Comparar a distribuição e a separação dos átomos nos três estados	Posicionamento
Sim, porque em cada estado precisa de uma temperatura específica e as moléculas se agitam quando aumenta a temperatura. Sim, elas se separam, juntam-se ou se expandem dependendo em qual temperatura se encontram.	Temperatura	Energia
Sim, porque se elas estivessem paradas deveriam estar no zero absoluto, temperatura impossível de se chegar.	Zero absoluto	
Sim, pois no líquido e no gasoso há movimentação e no sólido quando ocorre a quebra das moléculas. No estado sólido as moléculas se movimentam pouco, com pequena vibração. Portanto, elas se	Moléculas vibram	Agitação interna



<p>movimentam em todos os estados.</p> <p>Sim, mesmo solido sendo as moléculas muito unidas conseguem se mover</p>		
<p>Sim mudando a ligação das moléculas</p>		
<p>Sim</p>		
<p>Sim</p>		
<p>Sim</p>		
<p>Sim</p>		
<p>Sim.</p>		
<p>Somente no estado liquido e gasoso as moléculas se movimentam.</p> <p>Somente no liquido e no gasoso há movimento das moléculas.</p> <p>Há movimento das moléculas da agua apenas no estado liquido e gasoso.</p> <p>Só no estado liquido e gasoso, pois as moléculas tem um certo espaço entre elas</p> <p>Não, apenas nas fases liquida e gasosa</p> <p>Não, no estado solido ela tem forma e volume constante, e não há agitação entre as moléculas. No estado liquido, ela tem forma variável e volume constante, então ela pode se expandir e tomar outras formas, sem alterar seu volume, portanto há uma pequena agitação nas moléculas. No estado gasoso ela tem forma e volume variáveis. Na forma gasosa ela se expande ocupando todo o espaço de um ambiente, alterando seu volume e sua forma, portanto há uma grande agitação nas moléculas, provocando a separação entre elas</p>	<p>Movimento exclusivo</p>	<p>Sólido é duro</p>

Não, pois no solido ele não se movimenta. No solido não, pois elas estão comprimidas	Estado sólido não há movimento	
Não		
Não.		
Não		

A Tabela 1 (IAQ1) apresenta, na primeira coluna, as respostas dadas ao questionamento, ou seja, os discursos dos sujeitos, os quais são submetidos a um trabalho analítico, com o objetivo de identificar, nas recorrências, as ancoragens e as ideias centrais que foram destacadas. Para tanto, foi usado o recurso gráfico para diferenciá-los.

O próximo passo foi copiar para a Tabela 2 - Instrumento de Análise dos Questionamentos 2 (IAQ2) as expressões-chave – coincidentes ou semelhantes – dos discursos existentes (identificadas na coluna ideias centrais), ou seja, reuni-las para construir um discurso coletivo. Esse discurso expressa o pensamento coletivo dos estudantes em relação a existência ou não de movimento das moléculas que formam a água nos três estados referidos.

**Tabela 2 - Instrumento de Análise dos Questionamentos 2 (IAQ2)**

EXPRESSÕES-CHAVE	DISCURSO COLETIVO
<p><b>Sim</b></p> <p>Há movimento em todos os estados físicos. / em todos há movimento/os três estados há movimento molecular/ as moléculas se agitam/ se separam, juntam-se ou se expandem/ há movimentação/ as moléculas se movimentam pouco, com pequena vibração. Portanto, elas se movimentam em todos os estados. / mesmo solido sendo as moléculas muito unidas conseguem se mover</p> <p>nos permite comparar a distribuição e a separação dos átomos nos três estados</p> <p>em cada estado precisa de uma temperatura específica/ quando aumenta a temperatura. /dependendo em qual temperatura se encontram.</p> <p>Se elas estivessem paradas deveriam estar no zero absoluto, temperatura impossível de se chegar.</p>	<p>Há movimento em todos os estados físicos, que nos permite comparar a distribuição e a separação dos átomos nos três estados. Em cada estado precisa de uma temperatura específica e as moléculas se agitam quando aumenta a temperatura, elas se separam, juntam-se ou se expandem dependendo em qual temperatura se encontram. Se elas estivessem paradas deveriam estar no zero absoluto, temperatura impossível de se chegar. No estado sólido as moléculas se movimentam pouco, com pequena vibração, portanto, elas se movimentam em todos os estados, mesmo no sólido sendo as moléculas muito unidas conseguem se mover.</p>
<p><b>Não</b></p> <p>Somente no estado liquido e gasoso</p>	<p>Somente no estado liquido e gasoso as moléculas se movimentam, pois, as moléculas</p>

<p>as moléculas se movimentam/ há movimento das moléculas/ Há movimento das moléculas da água/ as moléculas tem um certo espaço entre elas</p> <p>No estado líquido, ela tem forma variável e volume constante/ ela pode se expandir e tomar outras formas, sem alterar seu volume, portanto há uma pequena agitação nas moléculas</p> <p>No estado gasoso ela tem forma e volume variáveis. /ela se expande ocupando todo o espaço de um ambiente, alterando seu volume e sua forma, portanto há uma grande agitação nas moléculas, provocando a separação entre</p> <p>No estado sólido ela tem forma e volume constante, e não há agitação entre as moléculas. No sólido ele não se movimenta.</p> <p>No sólido elas estão comprimidas</p>	<p>tem um certo espaço entre elas. No estado sólido ela tem forma e volume constante, e não há agitação entre as moléculas. No estado líquido, ela tem forma variável e volume constante, então ela pode se expandir e tomar outras formas, sem alterar seu volume, portanto há uma pequena agitação nas moléculas. No estado gasoso ela tem forma e volume variáveis. Na forma gasosa ela se expande ocupando todo o espaço de um ambiente, alterando seu volume e sua forma, portanto há uma grande agitação nas moléculas, provocando a separação entre elas.</p>
---	--

O DSC como instrumento de análise foi importante no trabalho pois possibilitou visualizar o que o grupo entendia sobre o que estudava.

Paralelamente ao uso do DSC, foram realizadas medidas numéricas. Estas medidas nos possibilitaram confeccionar gráficos estatísticos que foram úteis na complementação da observação realizada sobre o trabalho desenvolvido com os estudantes no desenvolvimento das atividades propostas.

Em uma abordagem enativa, o observador realiza suas ações em uma situação que muda constantemente, devido à presença do próprio observador. Ele, mais que observador, é protagonista consciente da experiência de observar, permitindo uma reflexão maior do exercício vivenciado. Durante esse observar, transforma o significado da observação, que passa a ser uma explicação da experiência, por parte do observador-sujeito, inserido na ação. A perspectiva enativa não implica a negação dos instrumentos e métodos tradicionais de avaliação e pesquisa; porém, pode implicar sua ressignificação.

Para Varela [s.d.], o cérebro existe no corpo, o corpo existe no mundo e o organismo age, se mexe, caça, se reproduz, sonha, imagina. E é dessa atividade permanente que emergem o sentido do seu mundo e as coisas.

## 2.2. Sequência didática

Com a metodologia de Sequência Didática, busquei quebrar o paradigma do professor como o único responsável pela aprendizagem que os estudantes devem adquirir. Assumo, nesta prática, que o estudante está predisposto a aprender, conforme anunciado por Ausubel [2003] e Maturana [1997].

A realização de aulas “diferentes”, ou seja, não puramente expositivas é importante para a construção do conhecimento. Aulas diferenciadas proporcionam aos estudantes serem atuantes, construtores do próprio conhecimento, descobrindo que a ciência é mais do que mero aprendizado de fatos. Através de atividades práticas o estudante aprende a interagir com as suas próprias dúvidas, chegando a conclusões, tornando-se agente do seu aprendizado.

Um pequeno número de atividades interessantes e desafiadoras será o suficiente para que o estudante se sinta instigado, desafiado e estimulado a fazer atividades inovadoras e fora da sua rotina diária da sala de aula. Essas atividades contribuirão para torná-los cidadãos mais críticos a partir de leituras, estudos e análises escritas do próprio trabalho que desenvolveram fora da sala de aula. Essas atividades contribuem para o desenvolvimento de habilidades e competências, permitem despertar o interesse do estudante. Ao oferecer atividades deste tipo, podemos perceber um estudante mais envolvido com a própria atividade, mais participativo e proprietário do aprender realizado por eles mesmos.

Cunha Neto [2010] oferece a definição de sequências didáticas como sendo uma série de atividades destinada a promover ensino/aprendizagem, e tem como objetivos propiciar a compreensão e a aprendizagem significativa, podendo ser utilizada em qualquer nível de ensino e que apresenta as seguintes etapas: levantamento de conhecimentos prévios, apresentação, contextualização, análise, discussão em torno de problemas e soluções possíveis e, finalmente, sistematização.

A sequência didática é um termo em educação utilizado para definir um procedimento encadeado de passos, ou etapas ligadas entre si para tornar mais eficiente o processo de aprendizado. As sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos alunos [Zabala, 1998 Apud Batista 2013].

Encontramos que:

[...] ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, trabalho individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar

um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita. [Barros-Mendes2012, p.21]

As atividades de avaliação farão parte do próprio processo de assimilação no decorrer e no final da sequência didática. Ao se propor atividades iniciais de exploração, é possível avaliar o que o estudante já sabe a respeito do assunto a ser tratado.

A sequência didática constitui-se num método para o desenvolvimento de atividades de aprendizagem e, dependendo da forma como é organizada, pode contribuir sobremaneira para qualquer nível escolar.

A forma como se configura as sequências de atividades, é o que vai determinar as “características diferenciais” da prática do professor. Se analisarmos as sequências tentando encontrar os elementos que as constituem, veremos que “são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais” [Zabala 1998, p.18 Apud Giordan2011].

### **2.2.1. Utilização para este trabalho da sequência didática**

Nesse sentido, a partir do tema Fases da Matéria, escolhido para trabalhar na série em questão, organizou-se as atividades que foram desenvolvidas ao longo de dez aulas em cada turma. Ao todo foram três unidades aplicadas em cinco turmas. A seguir apresentamos a tabela das atividades realizadas.

**Tabela 3 - Quadro síntese das atividades realizadas.**

ATIVIDADE	HORA AULA	REALIZAÇÃO
QUESTIONAMENTO 01	01	revisando as fases da matéria
EXPERIMENTO 01	01	mudança de estado da água
QUESTIONAMENTO 02	01	representar os estados conhecidos
TEXTO 01	01	“Os estados físicos da matéria?”
QUESTIONAMENTO 03	01	usando um apresentador de slides
QUESTIONAMENTO 04	01	responder um questionamento
TEXTO 02	01	“O estado de plasma”
QUESTIONAMENTO 05	01	responder um questionamento
TEXTO 03	01	“O ‘quinto estado’”
AVALIAÇÃO	01	Realizar uma avaliação das aprendizagens

Pela característica das sequências didáticas, as unidades representam conhecimentos completos que podem ser desmembrados em atividades realizáveis em um período de aula. Em cada encontro, definido por um período de aula, foi trabalhado uma atividade que compunha uma unidade e subsequentemente o conjunto das unidades forma a sequência didática.

## **2.3. Produto educacional**

O produto educacional desenvolvido é constituído de uma série de atividades que abrange um conjunto de dez aulas. O produto educacional ora apresentado trata das fases da matéria mais conhecidas e vai além destas. Este produto é constituído por uma sequência didática com três unidades, sendo elas: as três fases da matéria, o estado de plasma e o estado de condensado de bose-einstein. O produto educacional, desenvolvido se encontra disponível no Apêndice A desta dissertação.

Na aplicação do produto, foram realizadas unidades desenvolvidas em três eixos, que nos remetem aos estados físicos da matéria, o primeiro deles foi realizar um levantamento de conhecimentos prévios através do “relembrar as três fases da matéria”; o segundo eixo tratou do “conhecimento do estado de plasma” e o terceiro eixo levou aos estudantes “a descoberta do condensado de bose-einstein”. Durante a aplicação realizamos as etapas de apresentação, contextualização, análise, discussão em torno de problemas, conforme preconizado pelo método utilizado. Ao final, como última atividade foi realizada uma avaliação sobre os temas discutidos durante a prática. Desta forma o produto conta com quatro momentos que a partir de agora denominaremos de Unidades.

Dentro das ‘unidades’, estão inclusas outras atividades que podem ser questionamentos, experimentos, leituras ou outra forma de estimular o estudante a participar das discussões.

### **2.3.1. *Unidade I: as três fases da matéria conhecidas***

O objetivo da primeira unidade é rediscutir as três fases da matéria, sólido, líquido e gasoso, que já foi apresentada aos estudantes durante o ensino fundamental até o presente momento de sua vida escolar.

A primeira atividade proposta é um questionamento (QUESTIONAMENTO 01) que remete as concepções presentes no sistema cognitivo dos estudantes sobre o tema em pauta, e são avaliadas por nove questões. Estas questões colocam o estudante frente a termos que remetem aos três estados da matéria sem, no entanto, usar de definições livrescas. São exemplos destas questões: “forma e volume constantes”, “oxigênio do ar”, entre outros. O passo seguinte é a sistematização das respostas dadas por eles e sua discussão. O professor deve abster-se de dizer quais são as respostas corretas. Em vez disso ele deve propor uma discussão em classe para que os estudantes determinem quais são as melhores respostas, dando assim ao estudante a postura de autor, em vez de mero copista.

A segunda atividade é proposta para o estudante perceba que quanto mais quente o material em estudo, maior o estado energético. Isto é obtido através de um experimento, observável através da figura a seguir, sendo realizado pelos estudantes (EXPERIMENTO 01), que consiste na transformação de um cubo de gelo em vapor d'água. O experimento consiste em colocar o gelo em um Becker e levá-lo a uma fonte térmica, como por exemplo, um bico de Bunsen.



**Figura 1 - Imagem do EXPERIMENTO 01 sendo realizado pelos estudantes.**

Baseado nas relações da Teoria Cinética clássica podemos associar a variação da temperatura à variação da energia cinética média das moléculas. Portanto para relacionar a variação da energia cinética média das moléculas que compõe o material, usamos um termômetro em contato com a água que está sendo aquecida. Esta atividade só foi possível ser realizada após a introdução do conceito de que a temperatura é a medida do estado de agitação das moléculas que compõem o corpo. Durante a realização do experimento os estudantes coletaram as temperaturas que o termômetro marcava em função com o tempo decorrido.

Após a realização do experimento é solicitado aos estudantes responderem a um segundo questionamento (QUESTIONAMENTO 02), onde respondem as seguintes questões:

- \* Usando o símbolo “  $\text{O}$  ” para a molécula de água, represente a água pura nos estados sólido, líquido e gasoso:
- \* Em relação à atividade anterior, há movimento das moléculas da água nos três estados físicos?
- \* Há diferença entre elas em relação a isso?

Dentro desta unidade, ainda temos mais uma atividade que é a leitura e discussão do TEXTO 01 – “Os estados físicos da matéria?”. Neste texto são discutidas as três fases da matéria de um ponto de vista da energia cinética das moléculas que compõe a matéria de forma geral.

### 2.3.2. Unidade II: o estado de plasma

A segunda unidade investiga o plasma, que acontece se continuarmos aquecendo um conjunto de moléculas, além do seu estado de gás.

A unidade inicia com o QUESTIONAMENTO 03, sobre o estado físico representado em vinte e cinco imagens (figura 13 – Apêndice A). Estas imagens representam estrados da matéria, como podemos ver nas imagens da Figura 2, já conhecidos pelos estudantes e acrescentamos algumas que são características do estado plasmático.

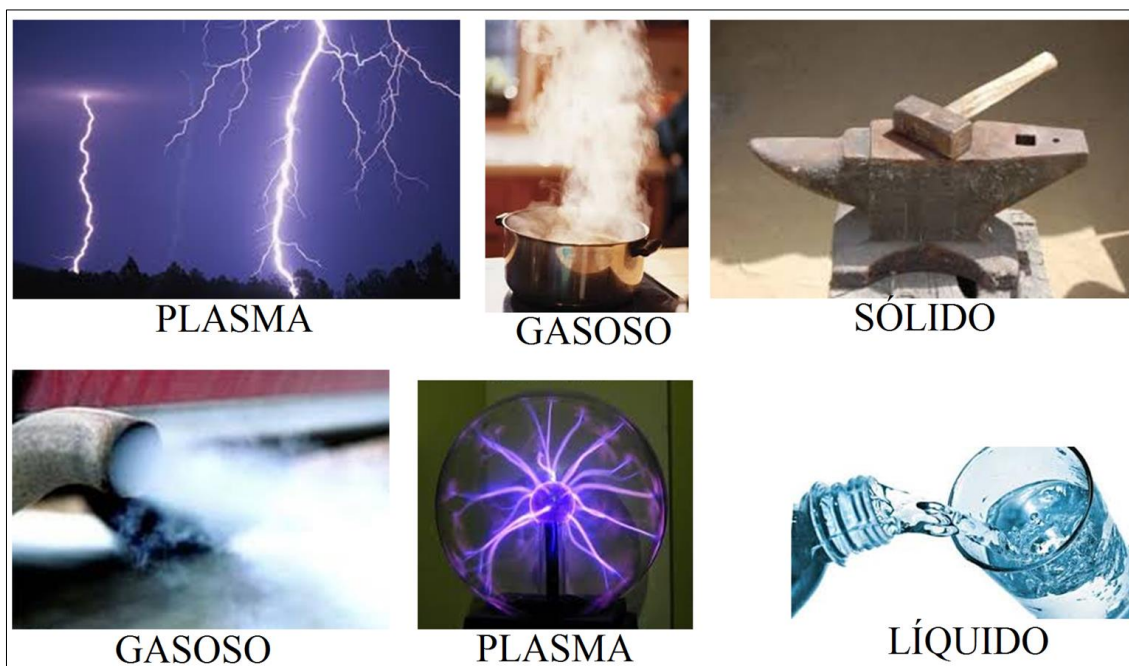


Figura 2- Imagens representativas dos estados físicos da matéria

Após a atividade ser realizada pelos estudantes em grupo, o professor deve fazer uma discussão das respostas dadas. Procedimento que deve ser realizado após toda e qualquer atividade em que os estudantes tenham trabalhado individualmente ou em grupos.



A próxima atividade é o QUESTIONAMENTO 04, na qual é realizado um questionamento aos estudantes sobre os estados, onde o principal objetivo é levar o estudante a aceitação de outros possíveis estados da matéria. As perguntas realizadas nesta atividade foram:

- \* **Sólido, líquido e gasoso são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?**
- \* **Por quê?**
- \* **Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em três estados distintos?**

Em seguida apresentamos aos estudantes o TEXTO 02 - “O estado de plasma”, que igualmente é discutido ao fim da leitura.

Para encerrar a unidade, foi solicitado aos grupos realizar uma pesquisa e apresentar na forma de seminário. Os trabalhos solicitados foram sobre o plasma já em uso nos dias atuais, como por exemplo: confinamento magnético de plasmas (Tokamak), lâmpadas fluorescentes, lâmpadas especiais, arcos de plasma para solda e corte, chaves de alta tensão, implantação de íons, propulsão espacial, laser a plasma e reações químicas com plasmas reativos, TVs de plasma, filtros a plasma para veículos automotores, propulsores iônicos.

### **2.3.3. *Unidade III: o condensado de Bose-Einstein***

Invertendo o pensamento, esta unidade faz o estudante pensar sobre o que aconteceria se ao invés de aquecer um material, nós o resfriássemos até próximo do zero absoluto.

A unidade é iniciada com o QUESTIONAMENTO 05, atividade sobre as fases da matéria e suas possíveis energias de agitação das moléculas. Para este questionamento foram realizadas as seguintes perguntas:

- \* **Sólido, líquido e gasoso são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?**
- \* **Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em três estados distintos?**
- \* **Uma chama de uma vela queimando, a matéria que constitui o nosso Sol e também as estrelas no céu, em que estado o grupo classificaria que eles se encontram e se possível por quê?**
- \* **Qual o estado da matéria é considerado mais energético?**

- \* **Existem estados mais energéticos?**
- \* **Qual o estado da matéria menos energético?**

Assim como feito anteriormente, após realizar a atividade os estudantes e professor fazem uma discussão sobre esta atividade.

A próxima atividade foi a leitura e discussão do TEXTO 03 - “O ‘quinto estado’”.

### **2.3.4. Unidade IV: avaliação da aprendizagem**

Esta última unidade tem por objetivo avaliar se o produto proposto atingiu êxito, e isto se deu através da aplicação de um questionamento individual sobre as fases da matéria apresentadas.

A avaliação proposta aos estudantes, como já dito anteriormente, não tinha o objetivo de classificar os estudantes, mas sim qualificar o produto educacional apresentado. Para tornar isto efetivo, os questionamentos realizados nas atividades foram reescritos para serem usados como perguntas aos estudantes.

As questões iniciais tratam do entendimento da estrutura molecular dos corpos que nos rodeiam, buscando estabelecer uma conexão entre o estado de agitação das moléculas, a estrutura cristalina e a fase na qual a matéria se encontra.

Nas questões seguintes é solicitado ao estudante fazer e compreender, através de uma representação gráfica, os três estados da matéria.

São realizadas a seguir algumas questões que tratam da relação entre energia cinética das moléculas e estados físicos de agregação.

As questões finais da avaliação são reservadas ao entendimento da existência de fases além das três conhecidas, ou seja, reconhecer a existência do plasma e condensado de bose-einstein.

## **3. Aplicação do produto educacional**

Neste terceiro capítulo, são apresentados os aspectos gerais sobre a implantação do produto educacional. A implantação aconteceu no terceiro trimestre do ano de 2014, e

contou com a participação de aproximadamente 120 estudantes, distribuídos em cinco turmas, quatro destas turmas assistem aulas pela manhã e uma delas estuda à noite.

O produto educacional teve sua aplicação em uma escola estadual do Município do Rio Grande, no Rio Grande do Sul.

Deve-se ter em conta que como a atividade aconteceu em mais de um encontro, nem sempre tínhamos os mesmos estudantes presentes.

### **3.1. Formação de grupos**

Assim como é necessário apresentar os sujeitos do estudo, é necessário também apresentar a escola. Estamos em uma escola estadual comum, com problemas, mas também vontade de mudar. A escola que ora apresento possui salas de aula, como qualquer escola, biblioteca, laboratórios de ciências e informática, que nem sempre tem acesso a rede mundial de computadores. Como diferencial vejo nesta escola um corpo docente muito empenhado em sua atividade.

O autor desta dissertação é um professor da escola onde foi feita a aplicação do produto educacional, e sendo assim imbricado na atividade. Costumo dizer que não sirvo a dois senhores, pois tenho dedicação exclusiva nesta escola. Durante meus anos de atividade de magistério, já passei por algumas, e em alguns momentos atuei em mais de uma simultaneamente. Hoje exerço minha carga horária integralmente nesta escola o que faz que meus sentimentos em relação a ela sejam mais do que simplesmente um trabalho a ser realizado.

O produto educacional teve de ter a anuência dos estudantes, para tornar o trabalho nosso e não meu. Começamos com uma conversa sobre a atividade que viria, e se eles estavam dispostos a modificar um pouco a forma de aprender. Após discutirmos o formato do trabalho, onde eles teriam a incumbência de aprender em vez de ficarem esperando para serem ensinados. A realização das atividades foi dividida em duas etapas, num primeiro momento em pequenos grupos e depois num grande grupo.

No encontro seguinte começamos a aplicação do produto educacional. Após a formação dos grupos, de no máximo quatro estudantes, foi realizada a entrega das fichas contendo os questionamentos quanto aos três estados da matéria. Estas fichas tiveram o intuito de causar no estado mental do estudante um relembrar do que eles já haviam visto em outro momento de suas vidas escolares.

Neste, assim como os demais encontros, os estudantes relataram o que o grupo obteve com resposta, e trouxeram suas respostas para uma discussão no grande grupo. Durante este processo o professor se absteve de dar respostas, ao contrário fez questionamentos sobre as respostas dadas pelo grupo.

A atividade seguinte foi realização do experimento de mudança de fase sofrida pela água. Aos estudantes foi oferecida a possibilidade de observar e medir, o tempo e a temperatura, ocorridos durante a passagem da água do estado sólido até o estado de vapor. Por dificuldades de obtenção de equipamento, o experimento foi demonstrativo. O experimento foi realizado para o grande grupo. Os pequenos grupos tinham a tarefa de fazer as medições. Depois de realizadas as medições os estudantes traçaram o diagrama temperatura versus tempo. As discussões nesta atividade giraram em torno da energia gasta para realizar a mudança de fase.

No encontro seguinte os estudantes responderam a um questionamento que teve o intuito de fazê-los unirem mudança de fase com energia, conforme visto no experimento.

Após estas atividades, onde o estudante é o protagonista, fazemos um trabalho de leitura e compreensão de texto. Neste momento foi entregue a cada estudante um texto sobre as três fases da matéria, tendo como foco a energia interna de cada fase. Os estudantes fazem uma leitura individual, no produto tivemos o cuidado de oferecer um texto não muito extenso para evitar a desistência da leitura por cansaço.

As atividades seguintes seguem neste mesmo modelo: questionamento sobre o que o estudante acredita; uma discussão destas crenças; um texto explicativo e novas discussões. A próxima unidade foi a discussão do estado de plasma e a seguinte o estado de condensado de bose-einstein.

Como atividade de encerramento foi realizada uma avaliação. Esta avaliação foi o referencial para o professor saber se a atividade teve ou não validade.

Para a realização das atividades, na sua maioria os estudantes trabalharam em pequenos grupos. Apenas na atividade final, a AVALIAÇÃO, é que foi realizada individualmente.

A primeira condição dos grupos era quanto ao número de integrantes, que não seria superior a quatro, nem inferior a três. Quando algum grupo ficasse com menos de três integrantes, era solicitada a transferência de algum integrante de um grupo completo para tornar o outro grupo válido.

O segundo fator para o trabalho ser em grupos, é o de que os estudantes no encontro com seus pares apresentam suas ideias próprias. Isso não acontece ao dividir ideias com o professor. Os estudantes têm a tendência de aceitar a ideia do professor como verdadeira e definitiva, o que não faz no encontro com seus colegas. Com estes procedimentos procuramos dar voz a todos os alunos, o que não garante a participação efetiva de todos.

Outro fator a observar, é o de que os grupos não eram permanentes. Os estudantes poderiam participar em cada encontro com um grupo diferente, o que não foi comum na atividade, e, além disso, se algum grupo ficasse incompleto era preenchido por um colega que não tinha participado daquele grupo no encontro anterior.

Em relação a esta última situação, cabe ressaltar que cada encontro tinha início, meio e fim em si. A sequência didática é confeccionada de forma a não estender cada atividade para além do tempo disponível, inicia e acaba no mesmo dia.

## **3.2. Fechamento das atividades**

Ao final de cada atividade realizada pelos estudantes em grupo, o professor deve abrir um espaço de discussão das respostas obtidas. Neste espaço o professor deve evitar responder as perguntas respondidas, mas possibilitar aos estudantes assumirem o *status* de autores. O professor deverá tomar a posição de mediador ajudando os estudantes a formalizar um conceito que seja seu, estudante, e não do professor.

Este espaço de discussão deve ser possibilitado após toda e qualquer atividade em que os estudantes tenham trabalhado individualmente ou em grupos.

É interessante observar que ao longo dos encontros e discussões, os estudantes vão ficando mais falantes e participativos, apresentam menos medo de se expor.

## 4. Resultados

Neste quarto capítulo apresento alguns resultados a partir da análise da implantação do produto educacional.

O atual sistema escolar oferece um plano de recuperação terapêutica para os estudantes que, no decorrer do trimestre, não tenham atingido os objetivos mínimos. A recuperação é realizada através de um estudo de revisão dos conteúdos e atividades trabalhados e após aplicação de um novo instrumento de avaliação (normalmente uma prova). Entretanto, como realizar a recuperação de um trabalho que tinha como preceito o envolvimento do estudante com o seu objeto de estudo?

O trabalho proposto não necessitou de nenhuma recuperação tendo em vista que todos os estudantes se envolveram no processo, apresentando um rendimento satisfatório.

Este fato me causou um estado de euforia, pois não tendo sido necessário realizar a recuperação terapêutica, me leva a compreensão de que os estudantes tiveram uma boa receptividade da atividade proposta. Sendo que esta receptividade nos aponta para a qualidade do método utilizado.

Durante a aplicação do produto educacional, utilizando uma sequência didática, podemos perceber um estudante mais interessado e participante. Mesmo aquele que em uma aula expositiva parece não estar presente, neste momento se comporta de forma diferente, participa.

Mostraremos, a seguir, os resultados obtidos com a aplicação do produto educacional à comunidade estudantil.

Em cada um dos tópicos a seguir, relativos às atividades desenvolvidas, são apresentadas informações sobre o número de estudantes participantes, e conseqüentemente a quantidade de grupos.

É importante salientar que as informações obtidas nas atividades, registradas pelos estudantes, durante a utilização do produto educacional encontra-se armazenadas pelo professor para comprovação do estudo.

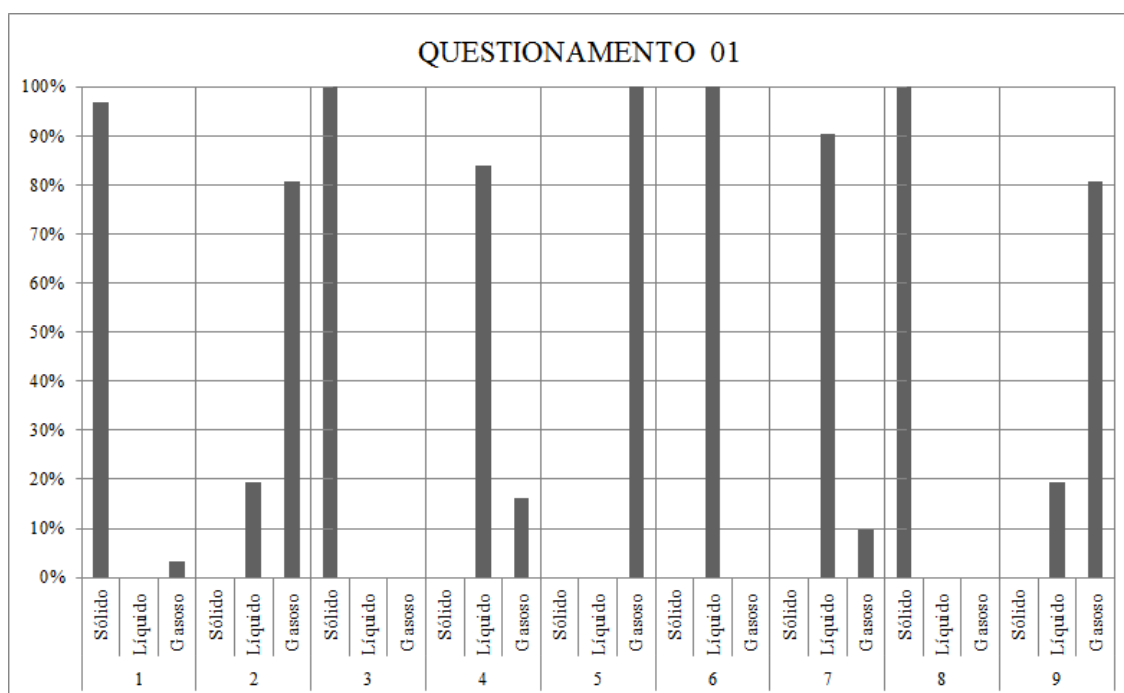
Na continuidade é feita uma explanação sobre a sensação deste professor, sujeito imbricado no processo, e, portanto, participante e observador do ocorrido nos encontros. Também, quando possível, serão mostradas informações do que aconteceu nos encontros através da análise das respostas registradas pelos estudantes nas fichas de questionamento distribuídas.

## 4.1. Questionamento 01

A primeira observação realizada, relativas ao levantamento de conhecimentos prévios, já foi muito satisfatória. Ao olhar para o gráfico disponível na figura 3, obtido das respostas dos estudantes ao QUESTIONAMENTO 1, disponíveis na tabela 4, observamos que a maioria dos estudantes percebe os três estados de agregação independente do formato do conceito apresentado.

**Tabela 4 - Pré-teste sobre três fases básicas da matéria (sólido, líquido e gasoso).**

	% de respostas	número de grupos	% de respostas	número de grupos	% de respostas	número de grupos	% de respostas	número de grupos	% de respostas	número de grupos	% de respostas	número de grupos	% de respostas	número de grupos	% de respostas	número de grupos		
Sólido	97	30	0	0	100	31	0	0	0	0	0	0	0	100	31	0	0	
Líquido	0	0	19	6	0	0	84	26	0	0	100	31	90	28	0	0	19	6
Gasoso	3	1	81	25	0	0	16	5	100	31	0	0	10	3	0	0	81	25
Questões	1		2		3		4		5		6		7		8		9	



**Figura 3 – Gráfico das respostas dadas pelos estudantes à atividade 01. Sendo que 1 – forma e volume constantes; 2 – vapor do perfume; 3 – pedaço de madeira; 4 – forma variável e volume constante; 5 – oxigênio do ar; 6 – água da torneira; 7 – gasolina a temperatura ambiente; 8 – barra de ferro e 9 – forma e volume variáveis.**

Neste momento é importante salientar que os grupos de estudantes, foram compostos de no máximo quatro elementos por grupo. Desta forma das respostas obtidas pelos

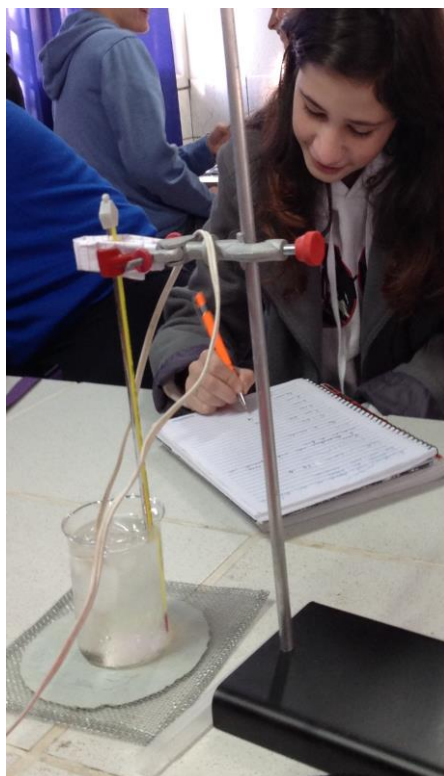
31 questionamentos realizados tenho um total de aproximadamente 120 estudantes participando, ou seja, 31 multiplicado por 4 estudantes, daria um total de 124 participantes.

## 4.2. Experimento 1

Ao realizar o experimento, da passagem da água do estado físico sólido até o estado físico gasoso tive o intuito de fazer os estudantes visualizarem as mudanças de fase da água. Mostrando que elas ocorrerem a uma temperatura constante, e, diferentes dependendo da fase. O esperado com este experimento foi de o estudante lembrar que a temperatura está relacionada ao estado de agitação das moléculas que compõem a água, ou seja, quanto mais quente o material em estudo, maior o estado energético. Isto foi obtido através da atividade (EXPERIMENTO 01) que consiste na transformação de gelo em vapor d'água.

O experimento consistiu em colocar gelo em um Becker e levá-lo a uma fonte térmica, no nosso caso utilizamos um aquecedor elétrico (o famoso “rabo quente” utilizado para aquecer a água rapidamente), figura 4. Inicialmente a ideia era utilizar um bico de Bunsen, mas não havia nenhum instalado no Laboratório de Ciências da escola e, portanto, substitui por uma lamparina a álcool, que se tornou ineficaz pois o tempo para realizar o experimento ultrapassou o tempo de um período de aula. Ao contrário, com o aquecedor elétrico o tempo de experimento ficou em torno de 20 a 30 minutos, que coube dentro do período de uma aula.





**Figura 4 - Experimento sendo realizado.**

Para relacionar a variação de energia cinética das moléculas que compõe o material com a temperatura, usamos um termômetro em contato com a água que está sendo aquecida. A variação da agitação das moléculas é então relacionada com variação da temperatura. Esta atividade só pode ser realizada após a introdução do conceito de temperatura, que é a medida do estado de agitação das moléculas que compõem o corpo.

Esta atividade também possibilitou trabalhar com os estudantes a confecção de um gráfico que estabeleça a relação temperatura com o tempo gasto para atingi-la. O gráfico, apresentado na figura 5, foi construído em sala de aula.

Dando um passo a mais, podemos trabalhar com os estudantes a importância de compreender que a ciência utiliza modelos para representar a natureza, e que estes modelos são idealizados.

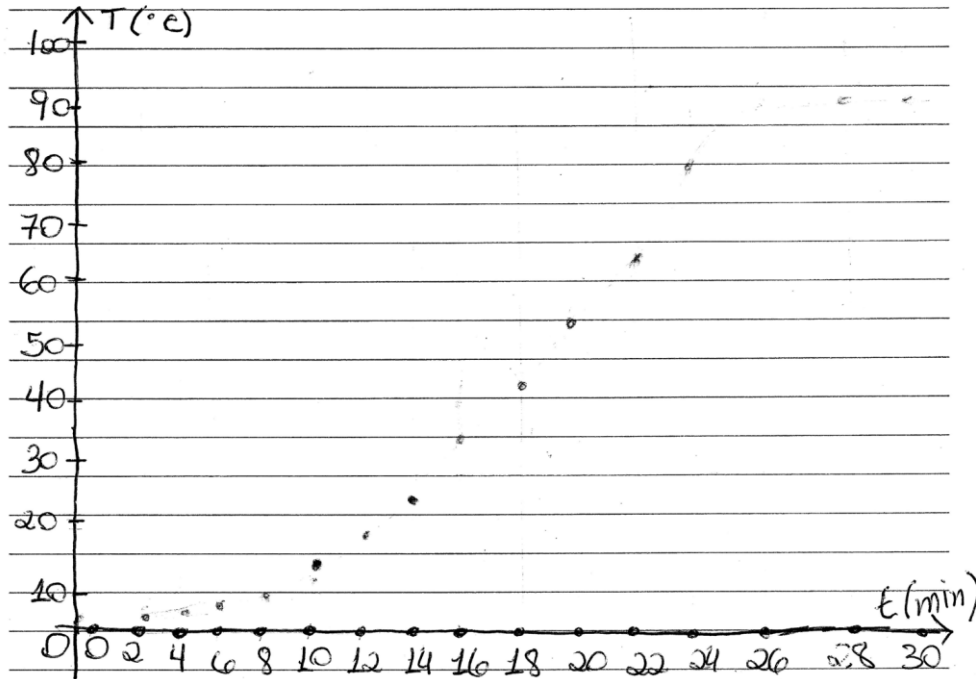


Figura 5 - Gráfico T x t, construído pelos estudantes em sala de aula.

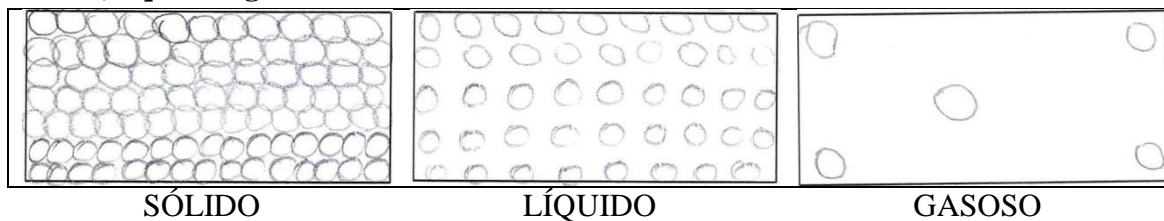
O gráfico desenhado pelos es-

tudantes nos mostra de forma bastante contundente que a água não está no estado fundente a 0°C, assim como a água está fervendo e, no entanto, não atinge os 100°C conforme anunciado nos livros didáticos. Independente disso, o gráfico nos mostra que enquanto a água ferve sua temperatura permanece inalterada, mesmo que abaixo do esperado.

### 4.3. Questionamento 02

Após apresentar o texto “Os estados físicos da matéria?”(TEXTO 01), e realizar uma discussão com a turma do seu conteúdo, passamos para a próxima atividade, o QUESTIONAMENTO 02.

Usando o símbolo “○” para a molécula de água, represente a água pura nos estados sólido, líquido e gasoso:



SÓLIDO

LÍQUIDO

GASOSO

Figura 6 - Representação da água nos três estados conhecidos pelos estudantes.

A grande maioria dos grupos representou os estados físicos da água da forma apresentada nos desenhos acima, ou seja, na forma tradicional (figura 6).

Devo esclarecer que as respostas apresentadas a seguir e ao longo de todos os questionamentos não são a resposta de um estudante ou mesmo de um grupo, mas é o pensamento do grupo. Os textos destas respostas foram obtidos através de uma compilação e síntese das respostas individuais realizadas pelos estudantes.

### **Em relação à atividade anterior, há movimento das moléculas da água nos três estados físicos?**

Em relação a esta pergunta pude notar que os estudantes se dividem e precisam ser mais trabalhados na compreensão da estrutura interna da matéria e sua conformação. Os grupos que responderam à pergunta com um sim, se expressaram conforme o apresentado a seguir:

*“Há movimento em todos os estados físicos, que nos permite comparar a distribuição e a separação dos átomos nos três estados. Em cada estado precisa de uma temperatura específica e as moléculas se agitam quando aumenta a temperatura, elas se separam, juntam-se ou se expandem dependendo em qual temperatura se encontram. Se elas estivessem paradas deveriam estar no zero absoluto, temperatura impossível de se chegar. No estado sólido as moléculas se movimentam pouco, com pequena vibração, portanto, elas se movimentam em todos os estados, mesmo no sólido sendo as moléculas muito unidas conseguem se mover.”*

O grupo do não se expressa assim:

*“Somente no estado líquido e gasoso as moléculas se movimentam, pois, as moléculas tem um certo espaço entre elas. No estado sólido ela tem forma e volume constante, e não há agitação entre as moléculas. No estado líquido, ela tem forma variável e volume constante, então ela pode se expandir e tomar outras formas, sem alterar seu volume, portanto há uma pequena agitação nas moléculas. No estado gasoso ela tem forma e volume variáveis. Na forma gasosa ela se expande ocupando todo o espaço de um ambiente, alterando seu volume e sua forma, portanto há uma grande agitação nas moléculas, provocando a separação entre elas.”*

### **Há diferença entre elas em relação a isso?**

Novamente percebo que os estudantes não são unânimes em suas respostas, mas também percebo que eles conseguem relacionar a energia com a temperatura.

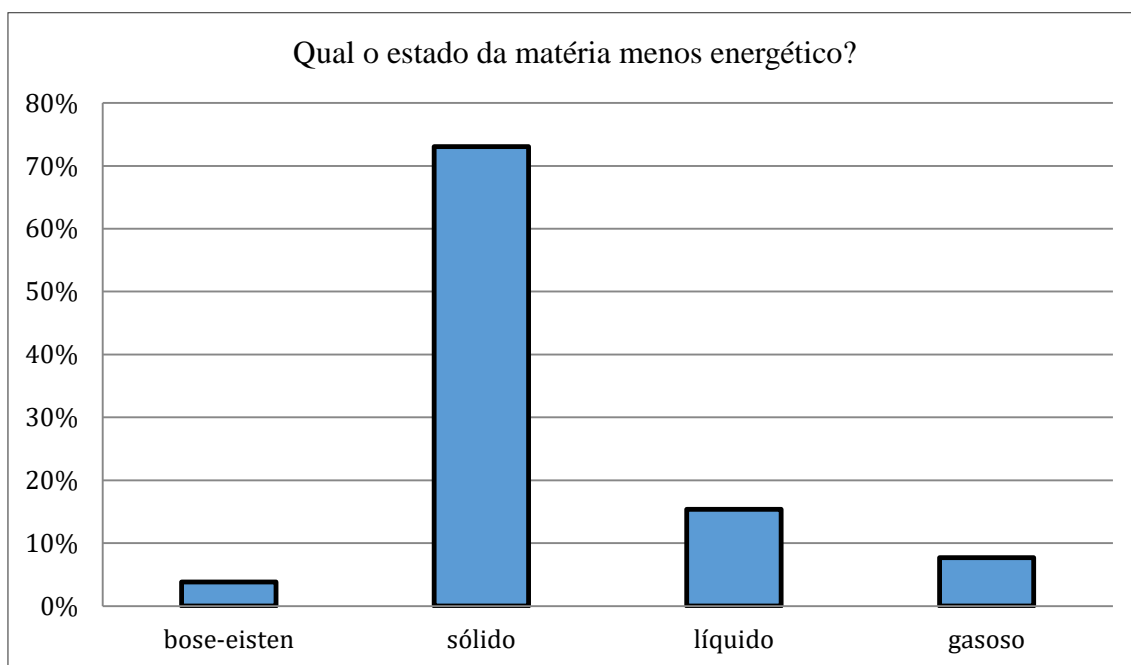
*“Sim, é a diferença da velocidade da agitação das moléculas, quanto menor a temperatura menos agitadas e mais unidas ficam as moléculas*

*e quanto mais quente mais agitadas e mais distantes. A temperatura elevada, deixa as moléculas agitadas, sendo assim elas podem variar seu estado físico. No estado sólido as moléculas estão mais próximas e menos agitadas, no estado líquido estão mais afastadas e agitadas e no estado gasoso estão dispersas e muito agitadas. Quando aumenta o calor e a temperatura de um corpo há um aumento de energia de agitação de seus átomos, por isso elas vão se separando. No estado físico líquido a forma e posição das partículas não se mantém, possuem grau de agitação menor. Energia cinética das partículas do líquido é maior que no estado sólido e menor que no gasoso. ”*

#### 4.4. Questionamento 03

A próxima observação importante foi verificada no QUESTIONAMENTO 03, onde os estudantes tiveram de realizar a classificação das fases calcadas em imagens de situações disponíveis no dia-a-dia. Porém o diferencial é que agora apresentamos imagens referentes ao estado de plasma, figura 14– Apêndice A.



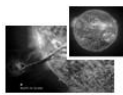




O gráfico apresentado a seguir, figura 7 mostra as respostas obtidas da aplicação do QUESTIONAMENTO 03. Neste gráfico observo de forma clara que raramente os estudantes reconhecem este estado, tão presente e ao mesmo tempo tão distante de todos.



**Figura 7 - Gráfico das respostas referentes aos estados mostrados pelas imagens do QUESTIONAMENTO 03. Somente as imagens que representam o estado de plasma, ver figura 13 - Apêndice.**

A seguir disponho a tabela 3 que oferece uma visão quantificada das respostas obtidas da aplicação do QUESTIONAMENTO 3.

**Tabela 5 - Classificação das imagens segundo seu estado físico. Apenas imagens de situações representativa do estado de plasma.**

	IMAGEM 5		IMAGEM 7		IMAGEM 9		IMAGEM 13		IMAGEM 17		IMAGEM 21		IMAGEM 23	
														
	%	Resp	%	Resp	%	Resp	%	Resp	%	Resp	%	Resp	%	Resp
Sólido	44	44	2	2	26	26	20	19	1	1	22	22	3	3
Líquido	13	13	2	2	13	13	15	14	1	1	5	5	3	3
Gasoso	38	38	93	94	60	61	65	62	98	99	70	71	91	92
Plasma	3	3	0		0		0		0		3	3	3	3
?	2	2	3	3	1	1	0		0		0		0	
Total	100		101		101		95		101		101		101	

É importante esclarecer que o gráfico não apresenta todas as respostas solicitadas. Intencionalmente apresento as respostas referentes às situações de plasma, já que estas foram às respostas que, no responder dos estudantes, apresentaram algum conflito. As demais imagens, referentes aos estados sólido, líquido e gasoso, não apresentaram dificuldade de entendimento, que foram classificadas de forma correta.

## 4.5. Questionamento 04

Após a realização da atividade relatada no QUESTIONAMENTO 03, no qual os estudantes apresentam dúvidas, como mostrado no gráfico da figura 7.

Nas palavras dos próprios estudantes, como mostrado nos textos abaixo, temos que alguns já estão além do informado pela escola, mas temos ainda outros que continuam com suas ideias escolarizadas. Como o questionamento não foi realizado num momento próximo, ou seja, em algumas turmas o reencontro só aconteceu na semana seguinte, acredito que também tenha influenciado o fato da nova informação ter sido suplantada pelo conhecimento mais antigo, mais fixado, no sistema cognitivo do estudante.

Estiveram envolvidos nesta atividade 22 grupos. Desta forma em torno de 90 estudantes participaram da atividade, e como mostrado na figura 8, o percentual de 59% dos estudantes acreditam que existam apenas as três fases discutidas no ensino fundamental e médio. Não concordando com esta resposta encontro 41% dos estudantes participantes da atividade.

## Sólido, líquido e gasoso são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?

*“Não, outros tipos de fase da matéria como o plasma são estudados em níveis mais avançados da física. Sim, são os únicos estados da matéria no universo.”*

### Por quê?

*“Pois algumas condições possibilitam que a matéria se apresente em outras formas. Como por exemplo, as auroras polares, que se encontram no estado plasmático. O que possibilita esse estado é o aumento excessivo da temperatura, tal estado é atingido após o gasoso. Porque os fatores que determinam o estado da matéria, por serem formados por moléculas e estas são aglomerados de átomos, é que no estado físico vem devido a determinação da temperatura e da pressão.”*



Figura 8 - Os três estados mais conhecidos são os únicos?

## Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em três estados distintos?

*“O que caracteriza de forma fundamental é pressão e temperatura. Essa variação de estados físicos se dá, porque cada um desses estados varia de acordo com a temperatura e a pressão.”*

Após apresentar o texto “Plasma” (TEXTO 02), e realizar uma discussão com a turma do seu conteúdo, passamos para a próxima atividade, o QUESTIONAMENTO 05.

## 4.6. Questionamento 05

Quando os estudantes se manifestam, noto que não apresentam uma resposta padronizada, apresentando inclusive divergências, conforme suas respostas encontro que:

**Sólido, líquido e gasoso são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?**

*“Segundo o grupo sim. Achamos que não, pois assim como não sabíamos do plasma, pode haver outros estados da matéria. Sim, pois 99% é plasma e o resto está dividido entre sólido, líquido ou gasoso.”*

**Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em três estados distintos?**

*“O que separa os três distintos é o nível de energia em que eles se encontram. A temperatura que os corpos atingem, diferenciadamente, é o que acaba determinando o estado físico, o nível de energia em que eles se encontram, a forma como as moléculas tem espaçamento. No sólido as moléculas são fortemente ligadas, no líquido são mais distantes, no gasoso bem distantes e no plasma os prótons, nêutrons e elétrons flutuam livremente.”*

**Uma chama de uma vela queimando, a matéria que constitui o nosso Sol e também as estrelas no céu, em que estado o grupo classificaria que eles se encontram e se possível por quê?**

*“No estado plasma, pois os prótons, nêutrons e elétrons flutuam livremente; porque estão em temperatura extremamente altas. Pois a temperatura e características elétricas são diferentes dos gases, onde se encontram elétrons livres. Se encontram superaquecidos e são consideravelmente mais energéticos que os corpos que se encontram em outros estados. Chama da vela, gasoso porque durante a queima há liberação de gases; Sol, plasma porque tem uma temperatura extremamente alta; estrelas, depende das estrelas existem estrelas sólidas, gasosas e de plasma.”*

**Qual o estado da matéria é considerado mais energético?**

De forma unanime os estudantes nos respondem que é o plasma.

**Existem estados mais energéticos?**

Durante esta atividade, estavam presentes cerca de 100 estudantes, perfazendo um total de 26 grupos. Cinco grupos responderam que sim, somando 19% do total, 4% não souberam responder e 77% dos participantes responderam que não, não existe estado mais energético.

Pela observação da distribuição das respostas, mesmo após ter entrado em contato com o estado de plasma, os estudantes continuam com a ideia de completude, ou seja, não se dão o direito de duvidar do que está posto, a Ciência, para ele, é completa e definitiva.

### Qual o estado da matéria menos energético?

Ao responder esta questão, ainda os mesmos 26 grupos, se dividem afirmando que é o estado gasoso (8%), líquido (15%), sólido (73%) e condensado de Bose-Einstein (4%). Com estas respostas, dadas pelos estudantes durante a atividade, obtive o gráfico representado na figura 9, a seguir.

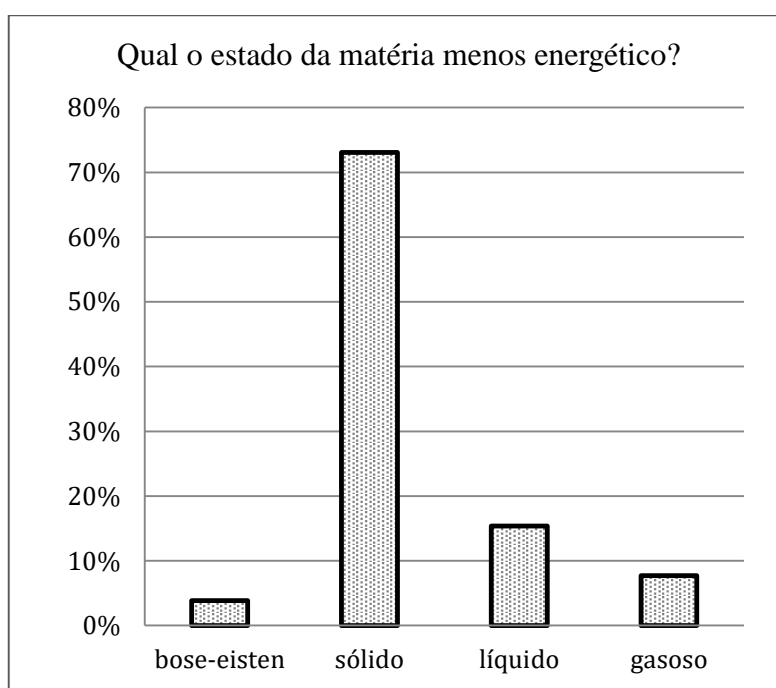


Figura 9 - Estado menos energético

Percebo, no gráfico, que os estudantes reconhecem o estado de agitação das moléculas que compõem o corpo. Mesmo sem ter sido comentado sobre o condensado de bose-einstein, encontro estudantes que já o conhecem, mesmo que de maneira informal.

Após apresentar o texto “Condensado de Bose-Einstein” (TEXTO 03), e realizar uma discussão com a turma do seu conteúdo, passei para a atividade final desta sequência didática, que é a realização de uma avaliação das aprendizagens.



## 4.7. Avaliação

Como última atividade da sequência didática, foi realizada uma avaliação para verificar se houve alguma alteração no sistema cognitivo dos estudantes. Ao observar o gráfico a seguir, figura 10, é possível perceber que houve uma mudança na compreensão da existência de outros possíveis estados de agregação da matéria.

A seguir apresento a tabulação das respostas dadas pelos estudantes na avaliação individual realizada após aplicação da sequência didática.

**Tabela 6 - A matéria, no universo, se apresenta em apenas cinco fases?**

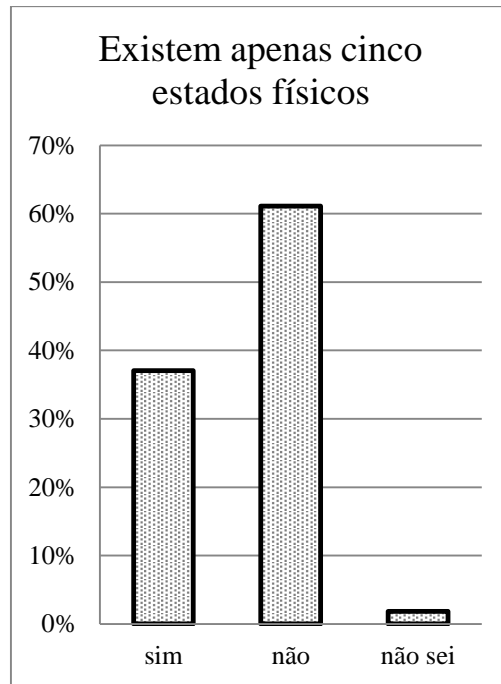
Sólido, líquido, gasoso, plasma e condensado de Bose-Einstein são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?		
	Respostas	Percentual
SIM	40	37 %
NÃO	66	61 %
NÃO SEI	4	4 %
TOTAL	108	

Em resposta ao questionamento posterior, que é o porquê destas respostas, obtive para a resposta sim, que existem somente estas cinco fases possíveis, onde tenho o seguinte pensamento do grupo:

*“mesmo o universo sendo enorme até o momento só possuímos conhecimentos destas, ainda não foi comprovada a existência de outro estado, portanto são só estes, pois são os comprovados, se existisse outro deveríamos saber, até agora só vimos eles, não nos foi mostrado nenhum outro estado da matéria.”*

E para a resposta não, existem mais que estas cinco fases, tenho a seguinte resposta do grupo:

*“já pesquisei e vi que existem outros estados da matéria, além dos citados existem muitos outros, porém sem definição científica ou por não fazer parte do nosso conhecimento, o universo é muito grande, existindo lugares desconhecido por nós, e não tem como saber todos os estados presentes nele. Eu pensava que existia apenas 3, aí conheci o plasma e agora o condensado e um colega me disse que são 17, então não tenho certeza sobre isso, ouvi que há 7 estados físicos, mas também que existem de 7 a 9 estados da matéria, li em livros e sites que existem 7 estados físicos, mas não existem só 7, pra mim existem mais.”*



**Figura 10 - Gráfico de reconhecimento da existência de outro estado físico.**

Devemos também reconhecer que a aprendizagem não abrange a totalidade dos estudantes, mas também não devo esquecer que após a avaliação as respostas dos estudantes são levadas para a sala de aula onde são rediscutidas. Este procedimento possibilita ao estudante mais uma oportunidade para realizar sua aprendizagem, o que não é garantia de aprender já que este é um processo próprio do aprendiz e requer dele desejo em fazê-lo.

## 5. Conclusões e considerações finais

Apresento as considerações finais frente à criação e análise da implantação do produto educacional. Ao iniciar a atividade ora apresentada, tinha o objetivo de mostrar ser possível trabalhar conhecimentos das ciências para além do preestabelecido pelos currículos tradicionais, introduzindo, por meio de uma sequência didática, os estados de plasma e o condensado de bose-einstein.

### 5.1. Conclusões

Olhando para a secção 4 – Resultados, observamos as mudanças de paradigmas que os estudantes apresentam, e conseqüentemente satisfazendo o objetivo deste trabalho.

Na figura 8, obtida a partir das respostas ao questionamento, percebemos que a incerteza apresentada estava relacionada com a existência ou não de outras fases, além das três tradicionalmente mostradas no ensino médio. Já a figura 10, obtida após a aplicação da sequência didática, apresenta um quadro completamente invertido. Os estudantes agora indicam a aceitação de outras fases além das mostradas normalmente na escola.

Ao serem questionados quanto ao estado de plasma, como mostra a figura 3, os estudantes, mesmo vivenciando no seu dia a dia com tais situações, raramente reconhecem este estado, tão presente e ao mesmo tempo tão distante de todos. No entanto foi percebido também que alguns estudantes, em torno de 9%, já eram sabedores da existência desta fase da matéria.

Ao encerrar a atividade, foi observado que, para os estudantes do ensino médio, as sequências didáticas se comportam como uma ótima ferramenta para despertar o interesse em aprender. Também foi percebido que as relações interpessoais, devido a participação dos estudantes no processo, fizeram com que se sentissem motivados e envolvidos nas atividades. Melhorando assim o estado de desinibição e também a participação nas atividades com seus pares. O envolvimento com a sequência didática facilitou a reflexão e a significação do assunto em questão.

No transcorrer da sequência didática os estudantes mostraram grande interesse em participar de todas as atividades propostas. É possível perceber que eles, com a vivência da sequência didática, modificam/constroem um novo conceito. O professor deve criar situações em que o estudante pense/visualize, e a utilize outros níveis de subjetivação,

percebendo a dinâmica da ciência, ao contrário do senso comum que ela esteja pronta/acadada.

Assim, concluo que as sequências didáticas são importantes para o aprendizado de nossos jovens, pois possibilitam que tirem suas próprias conclusões do apresentado, e que questionem o que viram nos livros didáticos. Da mesma forma, este trabalho demonstra que é possível aprender um conteúdo para além do tradicional, com qualidade e tendo um bom resultado de aprendizagem.

## **5.2. Considerações finais**

O tema proposto também lembra a importância da renovação do ensino de ciências. Nestes novos tempos, com a necessidade de melhor capacitar o estudante a responder aos avanços tecnológicos científicos, nos leva analisar algumas questões sobre as práticas pedagógicas e a inserção de novas práticas que valorizem o conhecimento pessoal, ou seja, fazer uma ressignificação daquilo que é abordado na escola ou registrado nos livros ou em outros materiais.

Embora seja importante para o aprendizado, trabalhar apenas com aula expositiva, na qual o professor explica oralmente e utiliza o quadro, na maioria das vezes este procedimento é desanimador para os estudantes. Para eles, na maioria das vezes, o fato de estudar ciência nesta abordagem tradicional, não ajuda muito a construir o conjunto de competências e habilidades para obter novos conhecimentos.

Este trabalho espera, portanto, contribuir para que investigações a respeito do desenvolvimento de um melhor currículo para o ensino de ciências sejam realizadas.

As observações das atividades realizadas permitem afirmar que a sequência didática apresentou resultados satisfatórios, e reconhecer que é necessário trabalhar com a sequência didática, não apenas em um momento isolado, mas, de forma a aperfeiçoar as propostas de aprendizagens.

Ao chegar ao fim deste mestrado, acredito que ele não seja definitivo, que é possível continuar desenvolvendo atividades nesta área específica, assim como em outras áreas, para possibilitar o crescimento do estudante enquanto protagonista de sua vida.

A presente sequência didática, não teve o intuito de ser completa para o aprendizado de física. Ela se desenvolveu dentro de uma necessidade específica. É perfeita-

mente possível desenvolver outras direções para o mesmo tema, como por exemplo: trabalhar a compreensão da estrutura interna da matéria e/ou os conceitos básicos da Teoria Cinética dos Gases.

Em conversas com meu orientador, começamos uma discussão, no mínimo interessante, da real necessidade de outras fases da matéria ou de uma nova organização a nível acadêmico das três fases até o momento em quatro fases. Mas isto é um projeto para outro momento.

## 6. Referências Bibliográficas

[Alves 2004] ALVES, Ângela Maria Coelho; CALDERON, Eduardo Rodrigues; SANTOS, Margarete Monteiro; FERNANDES, José Jesus Cherrin. Além dos Três Estados da Matéria. Disponível em <<http://www.abq.org.br/cbq/2009/trabalhos/6/6-373-5991.htm>>. Acesso em novembro de 2015.

[Ausubel 2003] David P. Ausubel. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Tradutor: Lígia Teopisto; Plátano Editora; 1.<sup>a</sup> Edição PT-467-Janeiro de 2003.

[Bardine 2015] BARDINE, Renan. Conhecimento científico e senso comum. *Filosofia*. Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/filosofia/conhecimento-cientifico-e-senso-comum>>. Acesso em agosto de 2015.

[Barros 2012] BARROS, Anália Bescia Martins de; FISCHER, Maria Clara Bueno. *Notas Sobre a Reestruturação Curricular do Ensino Médio Politécnico na Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Sul/Brasil*. Políticas Educativas, v. 6, n. 1. 2012. Disponível em <<http://seer.ufrgs.br/index.php/Polod/article/view/45646>>. Acesso em junho de 2015.

[Barros-Mendes 2012] BARROS-MENDES, A.; CUNHA, D. A.; Teles, R. Organização do trabalho pedagógico por meio de sequências didáticas. In: *Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03, unidade 06/Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional*. Brasília: MEC, SEB, 2012. 47 p

[Batista 2013] BATISTA, Alexsandro Duarte; MOREIRA, Maria Luana de Lima; SILVA, Thiago Pereira da; ALMEIDA, Rochane Villarim de. *Elaboração e avaliação de uma sequência didática de ensino para o conteúdo de eletroquímica*. III Encontro de Iniciação à Docência/UEPB. João Pessoa, PB, 2013. Disponível em <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/Modalidade\\_6datahora\\_04\\_10\\_2013\\_18\\_39\\_47\\_idinscrito\\_220\\_4e29ebe3a20bfe88c8ba2c18d302165a.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/Modalidade_6datahora_04_10_2013_18_39_47_idinscrito_220_4e29ebe3a20bfe88c8ba2c18d302165a.pdf)>. Acesso em maio de 2015.

[Beirão 2007] BEIRÃO, Antonio Thiago Madeira; BARROS, Anilton Santos; BARBOSA Junior, Ronaldo Araújo; OLIVEIRA, Fábio Meireles; MELO, Luiz Arlindo Ramos de; MENDES, Suellen Martins. O ensino de física no ensino médio e o condensado de bose-einstein. *59<sup>a</sup> Reunião Anual*. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.08 a 13/07/2007 - UFPA - BELÉM/PA. Disponível em <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/59ra/livroeletronico/resumos/R0525-1.html>>. Acesso em novembro de 2015.

[Brasil 1996] Brasil. Presidência da Republica. Casa Civil. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Acesso em outubro de 2015.

[Brasil 1999] Brasil, Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da

Educação, 1999. 364p. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em maio de 2015.

[Brasil 2002] Brasil, Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília, 2002. 144 p. Disponível em <<http://www.fisica.ufmg.br/~menfis/programa/CienciasNatureza+.pdf>>. Acesso em maio de 2015.

[Brasil 2010] Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica*. Processo Nº: 23001.000196/2005-41. Parecer CNE/CEB Nº: 7/2010. Aprovado em 7/4/2010. Diário Oficial da União. Distrito Federal: 9/7/2010, Seção 1, p.10. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=53\\_67-pceb007-10&category\\_slug=maio-2010-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=53_67-pceb007-10&category_slug=maio-2010-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em junho de 2015.

[Cascais 2013] Maria das Graças Alves Cascais e Augusto Fachín Terán. Sequências didáticas nas aulas de ciências do ensino fundamental: possibilidade para a alfabetização científica. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, SP, 10 a 14 de Novembro de 2013. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0855-1.pdf>>. Acesso em dezembro de 2014.

[Cunha Neto 2010] CUNHA Neto, Francisco Sales da. Sequência didática. *Ateliê de Educadores*. 26 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://atelierdeducadores.blogspot.com.br/2010/12/sequencias-didaticas.html>>. Acesso em maio de 2015.

[Francelin 2004] FRANCELIN, Marivalde Moacir. *Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos*. Ci. Inf., Brasília, v.33, n. 3, p.26-34, set./dez. 2004. <Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v33n3/a04v33n3.pdf>>. Acesso em agosto de 2015.

[Galiazzi 2002] GALIAZZI, Maria do Carmo Galiazzi; MORAES, Roque. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v8n2/08.pdf>>. Acesso em novembro de 2015.

[Giordan 2011] GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara A. F.; MASSI, Luciana. *Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências*. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R0875-3.pdf>>. Acesso em maio de 2015.

[Hamze 2014] HAMZE, Amélia. *O que é a Aprendizagem?* Disponível em <<http://www.educador.brasilecola.com/trabalho-docente/o-que-e-aprendizagem.htm>> Acesso em dezembro de 2014.

[Lefrève 2005] LEFRÈVE, Fernando; LEFRÈVE, Ana Maria. *Discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramento)*. Caxias do Sul, RS: Educ, 2º. Ed, 2005. 256 p. (Coleção Diálogos)

[Lévy 1999] LÉVY, P. A. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: 34, 1999.

[Martins 1998] MARTINS, José de Souza. O senso comum e a vida cotidiana. *Tempo Social*; Rev. Sociol. USP, S. Paulo, 10(1): 1-8, maio de 1998

[Mascarello 2013] MASCARELLO Marilandi Maria Vieira; VIEIRA, Josimar de Aparecido. *A produção de conhecimentos na educação profissional: contribuições para o processo ensino-aprendizagem*. II Colóquio Nacional - A Produção do Conhecimento em Educação Profissional. Natal: IFRN, 2013. Disponível em: <<http://portal.ead.ifrn.edu.br/wp-zontent/uploads/2012/coloquio/anais/eixo3/Marilandi%20Maria%20Mascarello%20Vieira%20.pdf>>. Acesso em agosto de 2015.

[Maturana 1993] MATURANA, Humberto. Uma nova concepção de aprendizagem. Dois Pontos – outono/inverno – 93. Vol. 2, n.15, p. 28-35. 1993

[Maturana 1997] \_\_\_\_\_. Ontologia do conversar. In: *A ontologia da realidade*. Belo Horizonte: Editora UFMG, p.167-181. 1997.

[Maturana 1998]. \_\_\_\_\_. *Emoções e linguagem na educação e na política* / Humberto Maturana; tradução: José Fernando Campos Fortes. - Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1998. 98 p.

[Medeiros 2013] MEDEIROS, Aldenisa de Souza; SANTOS Junior, Felipêncio Gomes dos; GODEIRO, Gabriela de Oliveira; DALVAL Gercina. Currículo formal: vivência e experiência no cotidiano escolar. Anais Fiped V - Volume 1, Número 2. 2013. Disponível em: <[http://editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/Trabalho\\_Comunicacao\\_oral\\_idinscrito\\_1170\\_b33cc416c59b481c382debfc646b0ad6.pdf](http://editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/Trabalho_Comunicacao_oral_idinscrito_1170_b33cc416c59b481c382debfc646b0ad6.pdf)>. Acesso em novembro de 2015.

[Moreira 2005] MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, nº 6, pp. 83-101, 2005. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>> Acesso em outubro de 2009.

[Moreira 2009] \_\_\_\_\_. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Disponível em <<http://cmapedagogia.pbworks.com/f/mapasport.pdf>> Acesso em setembro de 2009.

[Nascimento 2006] NASCIMENTO, Tatiana Galieta; ALVETTI, Marco A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de biologia e física. *Ciência & Ensino*, vol. 1, n. 1, dezembro de 2006. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/36/95>>. Acesso em agosto de 2015.

[Ostermann 2000] OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio” *Investigações em Ensino de Ciências – V 5(1)*, pp. 23-48, 2000. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID57/v5\\_n1\\_a2000.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID57/v5_n1_a2000.pdf)>. Acesso em outubro de 2015.



[Pereira 2009] PEREIRA, Alexsandro P.; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. *Investigações em Ensino de Ciências* – V14(3), pp. 393-420, 2009. Disponível em <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/janeiro2013/fisica\\_artigos/sobreensinodefisicamoderna.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/janeiro2013/fisica_artigos/sobreensinodefisicamoderna.pdf)>. Acesso em outubro de 2015.

[Rio Grande do Sul 2011] RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. *Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada Ao Ensino Médio - 2011-2014*. Outubro/novembro de 2011. Disponível em: <[http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens\\_med\\_proposta.pdf](http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens_med_proposta.pdf)>. Acesso em junho de 2015.

[Rocha 1998] ROCHA, Silvio. Ciclos de formação: proposta político-pedagógica da escola cidadã. *Cadernos pedagógicos*, 9, ed.3. Porto Alegre, Secretaria Municipal de Educação, 1998. Disponível em: <<https://bibliotecamed.files.wordpress.com/2013/06/cadernos-pedag3b3gicos-nc3bamero-9.pdf>>. Acesso em junho de 2015.

[Rodrigues 2007] RODRIGUES, Sheyla Costa. *Rede de conversação virtual: engendramento coletivo-singular na formação de professores*. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Informática na Educação. Porto Alegre: 2007.

[Sampaio 2010] SAMPAIO, M. das Mercês F. Propostas curriculares de estados e municípios brasileiros para ensino fundamental e médio. Anais do I Seminário Nacional: Currículo em Movimento – Perspectivas Atuais, Belo Horizonte, novembro de 2010. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=7151-1-2-artigo-mec-propostas-curriculares-mercês&category\\_slug=dezembro-2010-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7151-1-2-artigo-mec-propostas-curriculares-mercês&category_slug=dezembro-2010-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em junho 2015.

[Santos 2007] SANTOS, Liones Araujo dos. O conceito de aprendizagem. Publicado em dezembro 03, 2007. Disponível em <<http://pt.shvoong.com/social-sciences/1717214-conceito-aprendizagem/>> Acesso em setembro de 2009.

[Schroeder 2011] SCHROEDER, Claudio de Werk. *Postar, interagir e transformar: o blog potencializando a mediação de aprendizagens significativas*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências. Rio Grande: 2011.

[Tavares 2009a]TAVARES, Márcio Rennan Santos; SILVA Júnior, Umberto Gomes da; HORA, Paulo Henrique Almeida da. Proposta para inserção do estudo do plasma no Ensino Médio: ensino, avaliação e opinião de alunos e professores. *3º Congresso Norte-Nordeste de Química / 1º Encontro Norte-Nordeste do Ensino de Química*. Associação Norte-Nordeste de Química. São Luiz, MA, 6 a 9 de abril de 2009. Disponível em <<http://www.annq.org/congresso2009/trabalhos/pdf/T9.pdf>>. Acesso em novembro de 2015.

[Tavares 2009b] TAVARES, M.R.S.; HORA, P.H.A. Inserção do plasma como conteúdo no ensino médio: necessidade, desafios e apreciação de professores e alunos. *49º Congresso Brasileiro de Física*. Porto Alegre-RS. 4 a 8 de outubro de 2009. Disponível em <<http://www.abq.org.br/cbq/2009/trabalhos/6/6-373-5991.htm>>. Acesso em novembro de 2015.

[Terra 2013] TERRA, Mara Teresinha Rodrigues. *O processo de implementação do programa Ensino Médio Inovador na 15ª Coordenadoria Regional de Educação - RS: Perspectivas Curriculares*. 2013. Disponível em <[http://coral.ufsm.br/sifedoc/regional/imagens/ApresentaC3A7C3A3o20e20Grupos20de20Trabalho2028GTs29/Regional20Erechim/GT202/Regional\\_Erechim\\_201320281529.pdf](http://coral.ufsm.br/sifedoc/regional/imagens/ApresentaC3A7C3A3o20e20Grupos20de20Trabalho2028GTs29/Regional20Erechim/GT202/Regional_Erechim_201320281529.pdf)>. Acesso em abril de 2015.

[Tonelli 2014] TONELLI, Luís Galileu Gall. Uma proposta para a introdução dos plasmas no estudo dos estados físicos da matéria no Ensino Médio. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, v. 25, n.2. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 39 p., il. 2014. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra\\_trabalhos.php?curso=0](http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra_trabalhos.php?curso=0)>. Acesso em novembro de 2015.

[Varela sd] VARELA, Francisco. *Conhecer: as ciências cognitivas tendências e perspectivas*. Lisboa: Instituto Piaget, s.d.

[Veiga 2008] VEIGA, Ilma Passos Alencastro. *Projeto Político-pedagógico da escola: uma construção possível*. Org. Ilma Passos Alencastro Veiga. Campinas, SP. Papirus Editora, 2008. e. 24.192 p.

## 7. Apêndice -

### O produto

Indo além das três fases da matéria: uma sequência didática

Claudio de Werk Schroeder

Este é o roteiro de uma sequência didática sobre os estados da matéria que normalmente não são disponibilizados aos estudantes do Ensino Médio.

A sequência ora sugerida deve ser trabalhada em grupos de estudantes para que haja a possibilidade deles se expressarem o mais naturalmente possível, e isto é mais facilmente conseguido quando eles conversam entre si.

A sequência didática está organizada em quatro unidades, que devem ser aplicadas em sequência e cujos temas são:

- As três fases conhecidas;
- O estado de plasma;
- O condensado de bose-einstein;
- Verificação das aprendizagens.

É necessário que o professor realize uma discussão com os estudantes em cada etapa do processo. Desta forma o estudante terá suas dúvidas sanadas e se preparar para a próxima etapa.

#### Roteiro

- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 01, reconhecendo as fases da matéria;
- ✓ Realizar o EXPERIMENTO 01, mudança de estado da água;
- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 02, representar os estados conhecidos;
- ✓ Apresentar o TEXTO 01, "Os estados físicos da matéria?";
- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 03, usando um apresentador de slides;
- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 04, responder um questionamento;
- ✓ Apresentar o TEXTO 02, "O estado de plasma";
- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 05, responder um questionamento;
- ✓ Apresentar o TEXTO 03, "O 'quinto estado'";
- ✓ Realizar uma avaliação das aprendizagens.

1. As três fases conhecidas

1.1. Realizar a QUESTIONAMENTO 01;

A primeira etapa é constituída da aplicação de um pré-teste, onde o objetivo é relembrar ao estudante as três fases básicas da matéria (sólido, líquido e gasoso), que são normalmente apresentadas durante os anos de escolarização.

Aplicar a cada grupo uma ficha contendo “palavras chaves” relacionadas ao conteúdo ora em discussão, de modo a fomentar uma discussão em torno do tema. Na ficha estão representadas situações conceituais e encontradas no dia-a-dia, para que o estudante perceba que a forma de representar um estado físico não é única.

ESCOLA:		TURMA:
NOME	Nº	

QUESTIONAMENTO 01 – FÍSICA – 2014

Associa para cada situação a melhor opção dada a seguir:  
SOLIDO - LIQUIDO - GASOSO

1)	forma e volume constantes	6)	água da torneira
2)	vapor de perfume	7)	gasolina na temperatura ambiente
3)	pedaço de madeira	8)	barra de ferro
4)	forma variável e volume constante	9)	forma e volume variáveis
5)	oxigênio do ar		

Figura 11 - Ficha do QUESTIONAMENTO 1.

Esta atividade tem a intenção de levar o estudante a olhar para as fases da matéria de uma forma mais incisiva, ou seja, faz-lo olhar para as fases da matéria com um olhar de descrença do até então tido como certo.

Após a realização desta atividade, assim como as demais, o professor deverá realizar com os estudantes uma discussão das suas respostas e motivos destas escolhas.

## 1.2. EXPERIMENTO 01

A segunda etapa constituiu-se basicamente da realização de um experimento “EXPERIMENTO 01”, que é a mudança de estado da água, de gelo a vapor. Após a realização do experimento, devemos realizar um debate sobre o que foi observado durante a execução do experimento. Sendo que o objetivo é testar e comparar a necessidade de energia para que aconteça a passagem da água do estado físico sólido até o estado físico gasoso.

Ao realizar o experimento demonstrativo para os estudantes, utilizam-se cubos de gelo os quais são aquecidos em um béquer com o auxílio de um bico de Bunsen. Durante o experimento deve ser medida a temperatura da água na passagem dos estados físicos, para que os estudantes possam estabelecer uma conexão entre as fases da matéria e o comportamento da temperatura durante o processo.

É interessante solicitar aos estudantes a construção do gráfico ‘temperatura versus tempo’. Desta forma poderemos ter mais um material de análise.

Após o experimento e discussão do mesmo, deve ser entregue para cada grupo uma ficha na qual os alunos têm que representar, por meio de desenhos, as moléculas de água nos três estados físicos e responder a um questionamento sobre a energia de vibração das moléculas que compõe o corpo.

## 1.3. Realizar a QUESTIONAMENTO 02;

A atividade ora apresentada tem por objetivo permitir ao estudante expressar sua concepção em torno do conceito de temperatura e sua relação com o estado de agitação das moléculas (e/ou partículas) que constituem o corpo.


Para sua realização os estudantes irão preencher a ficha representada na fig. 12, mostrando através de um desenho a concepção do grupo sobre a constituição dos estados físicos da água. Além desta atividade também serão questionados sobre o estado de agitação dos componentes que constituem a matéria.

É desejável realizar a atividade em grupos para que na interação os estudantes

alterem seus conceitos e/ou conhecimentos no compartilhar por seus pares nesta interação, desta forma percebendo que o conhecimento não está centrado na figura do mestre que tudo sabe.

ESCOLA:		TURMA:
NOME	Nº	

**QUESTIONAMENTO 02 – FÍSICA – 2014**

Usando o símbolo “” para a molécula de água, represente a água pura nos estados sólido, líquido e gasoso:

SOLIDO

LÍQUIDO

GASOSO

Em relação à atividade anterior, há movimento das moléculas da água nos três estados físicos?

Há diferença entre eles em relação a isso?

**Figura 12 - Ficha do QUESTIONAMENTO2.**

1.4. Apresentar o texto “Os estados físicos da matéria?”.

Após realizarem a atividade anterior, e termos discutirmos o exercício realizado, entregamos o primeiro texto. O objetivo desta etapa é fomentar no estudante a possibilidade de constituir a base do estudo e iniciar o desenvolvimento da sequência didática, possibilitando não só a revisão de alguns conceitos vistos anteriormente como a introdução, mesmo que superficial, de novos conceitos.

A seguir, na figura 13, apresentamos o texto utilizado nesta sequência didática,

não significando que este, ou qualquer um dos textos por nós utilizados, sejam definitivos. Acreditamos que estes textos devam ser produzidos por cada professor para atender suas necessidades, visto que cada turma/escola possui suas peculiaridades e elas devem ser satisfeitas.

Os estados físicos da matéria?		
Claudio de Werk Schroeder		
<p>Sabemos que todas as substâncias do universo conhecido são formadas por moléculas, e estas são aglomerados de átomos. Cada substância tem uma estrutura atômica distinta feita de combinações particulares de prótons, elétrons e nêutrons. Uma simples gota de água possui milhões e milhões de moléculas de água. Desta forma, uma pequena amostra de uma substância pode ser entendida como um amontoado de moléculas.</p> <p>Na natureza, as substâncias podem ser encontradas em diferentes fases, as quais são denominadas de fase sólida, fase líquida e fase gasosa. Os fatores que determinam o estado físico em que as substâncias se encontram são a temperatura e a pressão. Ou seja, para cada estado físico os materiais possuem temperatura e pressão diferente. Por exemplo, o ferro em condições ambientes apresenta-se no estado físico sólido, mas se elevarmos a sua temperatura passará à fase líquida. O mesmo acontece com a água, em condições ambientes, se encontra no estado físico líquida, contudo, se abaixarmos sua temperatura, passará para o estado físico sólida.</p> <p style="text-align: center;"><b>Sólido</b></p> <p>A matéria no estado físico sólido é feita de átomos e moléculas que estão fortemente ligadas por forças moleculares. Os átomos dentro do sólido vibram com movimento pequeno e rápido, e geralmente difícil de detectar. Este estado físico é aquele em que as partículas que formam a matéria estão mais organizadas (tem forma e volume próprio) e possui menor energia cinética. Por isso, quando queremos que a matéria passe do estado físico sólido para o estado físico líquido, vapor ou gasosa temos que aumentar sua temperatura (aumentar a agitação térmica, e consequentemente a energia cinética das partículas) e absorver energia (processo endotérmico).</p> <p>A matéria sólida é cristalina, e os átomos no estado sólido (cristalino) tendem a estar empacotados firmemente e seguros por laços atômicos, exemplos são o quartzo e o sal de cozinha. Os materiais não cristalinos são chamados de amorfos (sem forma) podendo existir ou em dois estados: líquidos e gases.</p> <p style="text-align: center;"><b>Líquido</b></p> <p>O estado físico líquido é aquele que a matéria possui forma variável e volume próprio (1L de água é sempre um litro de água nas mesmas</p>	<p>condições de pressão e temperatura, mas a forma que esse volume de água irá adquirir depende da forma do recipiente em que for colocado). No estado físico líquido a forma e posição relativa das partículas não se mantêm. Nesse estado físico as partículas da matéria possuem um grau de organização menor que o observado no estado físico sólido e maior que o verificado no estado físico vapor ou gasosa. Já a energia cinética das partículas no estado físico líquida é maior que a observada no estado físico sólido e menor que a observada no estado físico vapor ou gasosa. No estado físico líquida, as partículas que constituem a substância não estão unidas fortemente, deslizando-se umas sobre as outras, o que possibilita ao líquido tomar a forma do recipiente que as contém. Porém, essas mesmas forças (de atração), são suficientemente fortes para que não ocorra variação no volume.</p> <p style="text-align: center;"><b>Gás</b></p> <p>No estado físico gasoso o corpo mantém apenas a quantidade de matéria, podendo variar amplamente a forma e o volume. As substâncias apresentam densidade menor que a dos sólidos e líquidos, e são comprimidas com bastante facilidade. Se confinadas em um recipiente, essa será a sua forma. Caso contrário, o gás se espalhará indefinidamente até que encontre algum tipo de resistência. Quando queremos que a matéria passe do estado físico gasoso para o estado físico líquida ou sólida, temos que diminuir sua temperatura (diminuir a agitação térmica e consequentemente a energia cinética das partículas) e liberar energia (processo exotérmico). Água líquida aquecida acima de 100°C se transforma em gás. Outros exemplos de gases são nitrogênio, oxigênio e hélio (usado para encher balões).</p> <p style="text-align: center;"><b>Mudando de fase</b></p> <p>Quando deixamos um pedaço de gelo derreter, transformamos água sólida em água líquida. Como não houve nenhuma modificação na substância (que continua sendo água), a transformação é física.</p> <p>Se um corpo receber energia (calor), pode haver mudança de fase. Ao aquecemos uma substância estamos aumentando a energia cinética de suas moléculas, fazendo com que elas fiquem mais agitadas. Pense no seguinte exemplo: um grupo de vinte pessoas é colocado em pé em um canto de uma</p>	<p>sala. Se as pessoas estiverem paradas ou se movimentando muito discretamente, é perfeitamente possível deixá-las próximas, ocupando pouco espaço. Imagine agora que comece a tocar uma música e as pessoas comecem a dançar. Inevitavelmente elas começarão a se chocar e, naturalmente, começarão a ocupar mais espaço e aumentar a distância entre elas.</p> <p>Com as moléculas, o efeito será o mesmo. Com o aumento da agitação, causado pelo aumento da energia cinética (aquecimento), elas começam a se chocar e a se distanciar mais umas das outras. Quando essa distância atingir um ponto crítico, a substância, antes sólida, torna-se líquida, pelo simples fato de sua distância intermolecular ter aumentado. Perceba que se continuar a aumentar a energia cinética, as moléculas ficarão mais e mais agitadas ocupando cada vez mais espaço e distanciando-se cada vez mais uma das outras, o que explica porque um líquido torna-se um gás.</p> <p style="text-align: center;"><b>Referencia</b></p> <p>ABBOTT, Mark. Quais são os estados da matéria? Trad. Gabriela Vilas Boas Ornelas. Disponível em &lt;<a href="http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info_264333/">http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info_264333/</a>&gt;. Acesso em 02/09/2014.</p> <p>LITTON JR. Propriedades físicas e químicas da matéria. 2011. Disponível em &lt;<a href="http://quipibid.blogspot.com.br/2011/04/propriedades-fisicas-e-quimicas-da.html">http://quipibid.blogspot.com.br/2011/04/propriedades-fisicas-e-quimicas-da.html</a>&gt;. Acesso em 20/08/2014.</p> <p><a href="http://apoiioe.blogspot.com.br/2012/03/fases-de-agregacao-da-materia.html">http://apoiioe.blogspot.com.br/2012/03/fases-de-agregacao-da-materia.html</a>. Acesso em 23/08/2014</p> <p><a href="http://deciodossi2014.blogspot.com.br/p/propriedades-da-materia.html">http://deciodossi2014.blogspot.com.br/p/propriedades-da-materia.html</a>. Acesso em 24/08/2014</p> <p><a href="http://recrutadasfisica.blogspot.com.br/2007/10/fases-da-materia.html">http://recrutadasfisica.blogspot.com.br/2007/10/fases-da-materia.html</a>. Acesso em 27/08/2014</p> <p>RENDELUCCI, Fábio. Estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso. 29/04/2014. Disponível em &lt;<a href="http://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/estados-fisicos-da-materia-solido-liquido-e-gasoso.htm">http://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/estados-fisicos-da-materia-solido-liquido-e-gasoso.htm</a>&gt;. Acesso em 15/08/2014.</p>

Figura 13 - Texto sobre as três fases da matéria mais conhecidas.

2. O estado de plasma;

2.1. Realizar a QUESTIONAMENTO 03;

Na etapa seguinte, é proposta a QUESTIONAMENTO 03, conforme representada na figura 14, composta pela apresentação aos estudantes de imagens para eles classificarem em qual estado de agregação a imagem se refere.









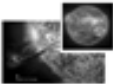



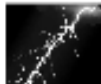




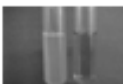







<b>ESCOLA:</b>				
<b>NOME</b>		<b>N°</b>	<b>TURMA</b>	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>QUESTIONAMENTO 03 – FÍSICA – 2014</b>				
<b>Caracteriza cada imagem como esta do físico que ela representa:</b>				
01 	02 	03 	04 	05 
06 	07 	08 	09 	10 
11 	12 	13 	14 	15 
16 	17 	18 	19 	20 
21 	22 	23 	24 	25 

Figura 14 - Ficha do QUESTIONAMENTO 3.

As imagens apresentadas remetem a situações onde a matéria se encontra nos estados sólido, líquido, gasoso e plasmático. O estudante nesta atividade irá entrar em

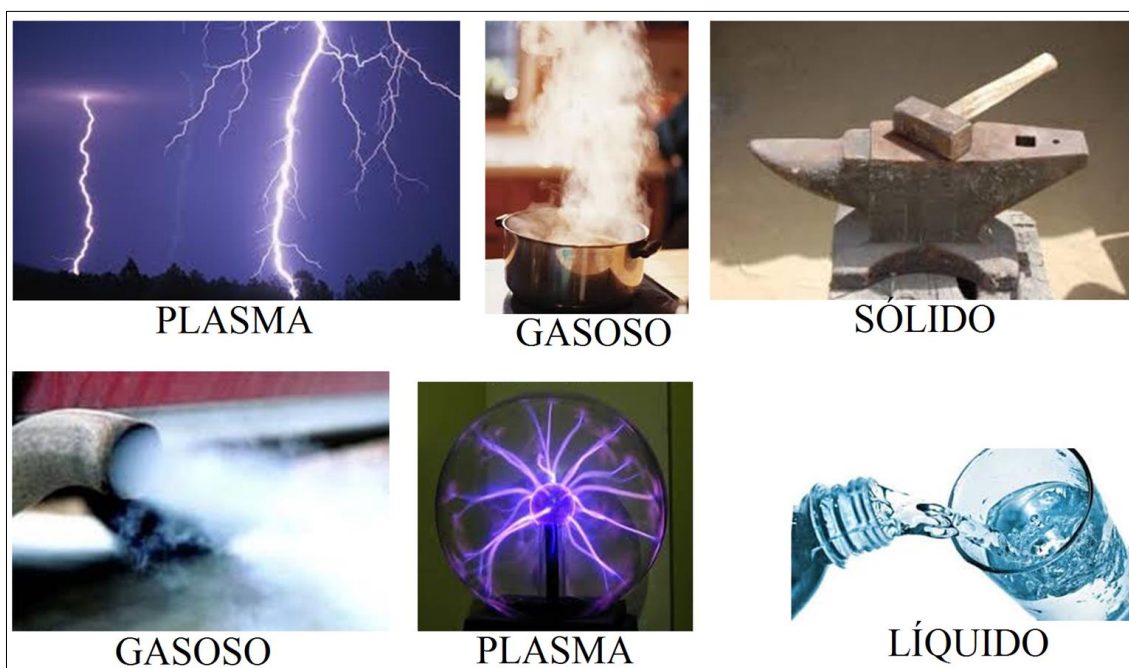


contato com um conhecimento ainda indisponível para a grande maioria, que o fará entrar em conflito com suas certezas, estabelecidas ao longo dos anos de escolarização.

Utilizando um apresentador de slides (data show), apresentar aos estudantes imagens que caracterizem os estados físicos sólido, líquido, gasoso e plasma. Os estudantes deverão decidir qual estado está representado no slide.

A ficha da atividade, figura 14, neste momento não será entregue ao grupo, mas para cada estudante individualmente. Esta ficha deve ter as imagens disponíveis para o estudante, na hora do preenchimento ter uma referência do que foi apresentado pelo apresentador de slides.

Na sequência, na figura 15, estão reproduzidas algumas das imagens utilizadas durante a realização da atividade, e conforme dito elas estão na ficha do estudante, mostrada anteriormente.



**Figura 15 - Algumas imagens utilizadas no QUESTIONAMENTO 3.**

## 2.2. Realizar a QUESTIONAMENTO 04

Após a apresentação e discussão da atividade com as imagens, é proposto aos estudantes responderem ao questionamento disponível no QUESTIONAMENTO 04, mostrado a seguir, na figura 16.

Esta atividade tem o objetivo de fazer o estudante, novamente entrar em conflito com seus saberes anteriores, que eram considerados absolutos. O trabalho em grupo, mais

uma vez, proporciona ao estudante confrontar suas concepções com as do colega. Novamente, por estar em um grupo de igual nível de conhecimento, o estudante se expõe mais o que não faria normalmente na presença do professor, pois acredita que este saiba mais do que ele.

ESCOLA:		TURMA:
NOME	Nº	

**QUESTIONAMENTO 04 – FÍSICA – 2014**

1) Sólido, líquido e gasoso são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?

2) Por quê?

3) Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em três estados distintos?

**Figura 16 - Ficha do QUESTIONAMENTO 04.**

Para os estudantes avançarem em seus estudos, é disponibiliza um texto sobre o estado de plasma, disponível na figura 17 a seguir.

### 3. Apresentar o TEXTO 02, “O estado de plasma”.

**O estado de plasma**  
Claudio de Werk Schroeder

**O QUE É O PLASMA?**

A palavra Plasma pode ter vários significados:

- é um estado da matéria; é a parte líquida do sangue; é uma variedade **criptocristalina** de quartzo; é o álbum de estreia da banda Blasted Mechanism; é a tecnologia de painéis (TV) de plasma.

Na física, chamamos de plasma o quarto e mais abundante estado da matéria. Costuma-se pensar, normalmente, em três estados da matéria, sendo eles: o sólido, líquido e gasoso. Considerando a substância mais conhecida, a água existe em três estados físicos: sólido (gelo), líquido (água) e gasoso (vapor d'água). A diferença básica entre estes três estados é o nível de energia em que eles se encontram. Se adicionarmos energia sob forma de calor ao gelo, este se transformará em água, que sendo submetida a mais calor, vaporizará. Porém, se adicionarmos mais energia ao vapor, algumas de suas propriedades são modificadas substancialmente, tais como a temperatura e características elétricas. Este processo é chamado de ionização, ou seja, a criação de elétrons livres e íons entre os átomos do gás. Quando isto acontece, o gás transforma-se em plasma.

O plasma é encontrado em temperaturas extremamente altas, como a do sol ou a criada durante a reentrada de uma nave espacial na atmosfera terrestre. O estado de plasma de uma substância é mais abundante a temperaturas bem elevadas, no entanto também pode surgir a temperaturas relativamente baixas em dependência da composição, estrutura a grau de rarefação do gás.

Estima-se que 99% de toda matéria conhecida esteja no estado de plasma, o que faz deste o estado da matéria mais abundante do Universo.

No plasma, os prótons, nêutrons e elétrons fluuam livremente, em contraste com sólidos e líquidos.

A chama de uma vela, a luminescência da lâmpada de luz fria, o arco elétrico, a descarga elétrica, o jato de fogo que sai da tubagem do motor de reação ou do foguete, o rastro que deixa o relâmpago, são alguns dos fenômenos deste quarto estado da matéria.

**DESCOBERTA E APLICAÇÕES**

O primeiro cientista a iniciar as pesquisas efetivas sobre plasma foi Michael Faraday, em 1830, que começou a realizar estudos sobre descargas elétricas na atmosfera e seus efeitos nas reações químicas induzidas. Durante suas pesquisas observou estruturas gasosas luminosas, que indicavam um novo estado da matéria.

Com a descoberta do elétron e o aperfeiçoamento dos tubos de descarga a vácuo, estudos com gases à baixa pressão, realizados por Langmuir e Crookes, permitiram a elaboração dos primeiros modelos teóricos para ionização, recombinação, difusão, colisões elétron-íon e a formação de íons negativos.

O termo plasma foi utilizado algum tempo depois (1920), por Irving Langmuir e H. Mott-Smith, para designar gases ionizados. Como plasma se refere à matéria moldável, os cientistas provavelmente se referiram à propriedade que o plasma tem de reagir a campos eletromagnéticos, podendo ter sua trajetória modificada, como se fosse um "fio de luz".

**Histórico das aplicações do plasma:**

Em 1929, estudos com sondas eletrostáticas, no diagnóstico de plasmas em descargas a baixa pressão, foram precursores dos tubos de descarga com mercúrio gasoso para iluminação - as futuras lâmpadas fluorescentes.

A partir da década de 1930, o plasma foi examinado pela ciência e seus fundamentos teóricos foram edificados.

Após a II Guerra Mundial, o interesse na obtenção de novas fontes de energia relevou a importância do plasma no processo de fusão nuclear.

Em 1961, surgiu o primeiro conceito bem sucedido de confinamento magnético de plasmas. Pouco tempo depois, a União Soviética construiu a primeira máquina capaz de confinar o plasma e obter energia oriunda de fusão nuclear, batizado de Tokamak. O Tokamak é pesquisado até hoje e acredita-se ser, teoricamente, o melhor candidato à nova fonte de energia desse século.

Em 1970, foram instauradas as primeiras tecnologias de pesquisa em plasmas, como exemplos, as lâmpadas especiais, arcos de plasma para solda e corte, chaves de alta tensão, implantação de íons, propulsão espacial, laser a plasma e reações químicas com plasmas reativos. Deixava de ser apenas teórico e passava a ter utilidade prática.

Em 1994, vem ao público o uso do plasma em terminais de vídeo plano, em Osaka, no Japão. Era a ideia motriz das TVs de plasma.

Em 1999, verificou-se que a utilização de filtros a plasma eliminava 90% de gases poluentes de veículos automotores.

Em 2000, ocorreu com sucesso a utilização de propulsores iônicos para propulsão primária com xenônio na aeronave Deep Space I.

**REFERENCIA**

ABBOTT, Mark. Quais são os estados da matéria? Trad. Gabriela Vilas Boas Ornelas. Disponível em <[http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info\\_264333/](http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info_264333/)>. Acesso em 2/9/2014.

PORTO, Graça. Estados físicos da matéria. A graça da química. Disponível em: <<http://www.agracadaquimica.com.br/index.php?&ds=1&acao=quimica/ms2&i=23&id=309>>. Acesso em 30/8/2014.

MARTINS, Luciano Camargo. O que é plasma?. Mundo Físico on line, V. 5 - Maio/2004. Disponível em <<http://www.mundofisico.joinvil.g.udesc.br/index.php?idSecao=102&idSubSecao=&idTexto=78>>. Acesso em 2/9/2014.

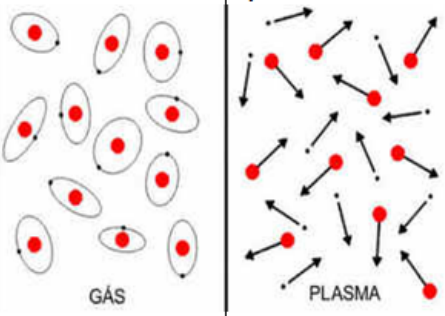


Figura 17 - Texto sobre o estado de plasma.

3.1. Realizar a QUESTIONAMENTO 05;

Após a leitura e discussão do texto do plasma (fig.17), os estudantes responderão a QUESTIONAMENTO 05, disponíveis na Figura18.

ESCOLA:		TURMA:
NOME	Nº	

**QUESTIONAMENTO 05 – FÍSICA – 2014**

1) Sólido, líquido gasoso e plasma, na opinião do grupo, são os únicos estados da matéria no Universo?	4) Qual o estado da matéria é considerado mais energético?
2) Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em quatro estados distintos?	5) Existem estados mais energéticos?
3) Uma chama de uma vela queimando, a matéria que constitui o nosso Sol e também as estrelas no céu, em que estado o grupo classificaria que eles se encontram e se possível por quê?	6) Qual o estado da matéria menos energético?

**Figura 18 - Ficha do QUESTIONAMENTO 5.**

Neste ponto, observamos que os estudantes já transpuseram a barreira das três fases conhecidas passando para outro patamar de conhecimento. Este novo patamar não tem a intenção de esgotar a busca pelo conhecimento sobre o estado de plasma, mas possibilitar aos estudantes saber de sua existência, e de suas características mais gerais.



4. Apresentar o TEXTO 03, “O ‘quinto estado’”.

Chegamos enfim ao quinto estado, o que caracteriza o final do estudo proposto.

O texto apresentado a seguir (fig.19) tem a intenção de levar o estudante a outro nível de percepção do mundo das ciências e conseqüentemente do seu mundo de vivência.

**O "Quinto estado"**  
Claudio de Werk Schroeder

Até então, conheciam-se apenas quatro estados: sólido, líquido, gasoso e plasma. Todos se ligam ao movimento de átomos e de moléculas. Essa movimentação define também a temperatura. Quanto mais eles se mexem, mais alta ela é; quanto menos se movimentam, mais baixa ela fica.

Em 1924, Satyendra Nath Bose e Albert Einstein previram o quinto estado da matéria. Em 1995, físicos da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, concentraram e congelaram um conjunto de 2 mil átomos de rubídio a uma temperatura de apenas 0,000170 K (170 milionésimos acima do zero absoluto ou -272,99983 °C). Com isso, pela primeira vez construíram o Condensado de Bose-Einstein, uma minúscula porção de matéria cujas partículas se comportam de maneira extremamente organizada, vibrando com a mesma energia e a mesma direção, como se constituíssem um único superátomo.

Essa condensação se refere ao colapso dos átomos em um único estado que é essencialmente oposto a como eles se comportam no plasma. A condensação de Bose-Einstein ocorre apenas em temperaturas extremamente baixas, próximas ao zero absoluto.

Quando um gás é resfriado a temperaturas muito baixas, é possível atingir um regime onde seu comportamento deixa de ser clássico e a visão tradicional que temos de um gás como sendo constituído de partículas animadas de um movimento desordenado não mais se sustenta.

No seu íntimo micromundo, a matéria tem um comportamento distinto daquele que nosso cotidiano nos permite inferir. Quando descemos a dimensões tão pequenas quanto o tamanho do átomo, a matéria tem o chamado comportamento quântico, onde ondas são as entidades que melhor descrevem a matéria ao invés de corpúsculos de massa.

No ano de 1926, o físico alemão Werner Heisenberg explicou, utilizando os conceitos da Mecânica Quântica, que não se pode determinar simultaneamente, com absoluta exatidão, a velocidade e a posição de um elétron num átomo. Tal teoria ficou conhecida como Princípio da Incerteza.


A partir dessa teoria, entendeu-se que seria mais apropriado que existam regiões ao redor do núcleo do átomo, nas quais a probabilidade de se encontrar um elétron é máxima, regiões estas que recebem o nome de orbital.

Assim, o movimento do elétron ao redor do núcleo atômico foi descrito pela primeira vez, em 1927, pelo físico teórico austríaco Erwin Schrödinger, por intermédio de equações matemáticas que relacionam a natureza da partícula, a carga, a energia, e a massa do elétron, propondo o Modelo Atômico de Schrödinger.

De acordo com esse novo modelo atômico, o elétron é uma partícula-onda que se movimenta no espaço, mas estará com maior probabilidade no interior de uma esfera concêntrica ao núcleo (orbital). Devido à sua velocidade, o elétron permanece dentro do orbital, assemelhando-se a uma nuvem eletrônica.

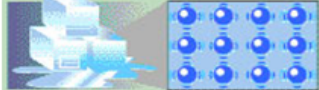
culas começam a frear e a neutralizar suas cargas elétricas. Num gás à temperatura ambiente, os átomos viajam com velocidade média de 1,500 km/h, também em qualquer direção.

**ESTADO LIQUIDOS**



A temperatura ambiente, os átomos da maior parte das substâncias viajam ainda desordenadamente. Percorre todo o volume que lhe é dado. A velocidade média das moléculas é bem menor que 90 km/h.


**ESTADO SOLIDO**



Quando a temperatura cai mais, os átomos se unem firmemente. Mas ainda dançam. Na água, a 0 °C, os átomos andam com a mesma velocidade de 90 km/h, mas já não caminha por todo o volume. Apenas vibram em torno de um ponto.

**QUINTO ESTADO**

**NÃO EXISTE NA NATUREZA**



No condensado Bose-Einstein, os átomos estão a uma temperatura muito próxima do zero absoluto (-273 °C). As partículas vibram como um corpo único, numa velocidade tão baixa que é impossível medi-la em laboratório.


**REFERENCIA**

ABBOTT, Mark. Quais são os estados da matéria? Trad. Gabriela Vilas Boas Ome-las. Disponível em <[http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info\\_264333](http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info_264333)>/. Acesso em 02/09/2014.

BAGNATO, Vanderlei Salvador. A Condensação de Bose-Einstein. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 19, no. 1, março, 1997.

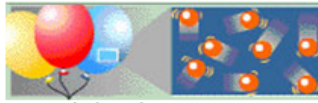
CARDOSO, Mayara Lopes. Modelo atômico de Schrödinger. InfoEscola : Química. Disponível em: <<http://infoescola.com/quimica/modelo-atomico-de-schrodinger/>>. Acesso em: 02 set 2014.

**ESTADO DE PLASMA**



As temperaturas altíssimas, da ordem de 10.000 °C, os átomos possuem carga elétrica. Movem-se caoticamente, espalhando-se para todas as direções, com 15.000 km/h. É o estado da matéria das estrelas.

**ESTADO GASOSO**



Abaixo de 1.000 °C, as parti-

Figura 19 - Texto sobre o condensado de Bose-Einstein.

5. Verificação das aprendizagens.




Realizar uma avaliação das aprendizagens.

Física – Trabalho Avaliado Individual

Os estados físicos da matéria caracterizam-se pelo grau de organização de suas moléculas. Com base neste conhecimento, complete as frases seguintes (riscando a palavras entre colchetes errada) de modo a lermos as afirmações verdadeiras.




- 1) A agitação das moléculas é [maior] [menor] nos líquidos do que nos gases.
- 2) Num gás, as moléculas movem-se com [grande] [pequena] liberdade.
- 3) Nos líquidos a liberdade de movimento das moléculas é [maior] [menor] do que nos gases.
- 4) Nos sólidos a organização molecular é [grande] [pequena].
- 5) O estado de plasma possui um estado energético [maior] [menor] que o estado sólido.
- 6) No condensado de bose-einstein a agitação interna é [menor] [maior] que nos sólidos.

Indique o estado físico que é sugerido por cada um dos seguintes esquemas:

7) Est. físico:	8) Est. físico:	9) Est. físico:

- 10) Representa, por meio de modelos de partículas, os estados gasoso, líquido e sólido para o ferro dentro de um frasco.

Gás
Líquido
Sólido

- 11) Representa as interações entre moléculas de água no estado sólido (menor densidade) e no estado líquido (maior densidade). Considere um mesmo número de moléculas em cada representação. Não esquecer da dilatação anômala da água entre 0°C e 4°C.

<u>sólido</u>	<u>líquido</u>

Cada estado físico de agregação da matéria é caracterizado por determinado grau de organização das partículas que a constituem, relacionado principalmente à energia cinética que elas possuem. A esse respeito, julgue os itens a seguir, marcando a alternativa que consideras correta Verdadeiro ou Falso.

- 12) [V][F] No estado físico sólido as partículas da matéria possuem grau de organização alto e energia cinética baixa.
- 13) [V][F] A energia cinética das partículas da matéria aumenta conforme passamos do estado físico sólido para o estado físico líquido e, em seguida, para o estado físico gasoso.
- 14) [V][F] A temperatura é diretamente proporcional à energia cinética das partículas da matéria.
- 15) [V][F] No estado físico gasoso as partículas da matéria possuem grau de organização baixo e energia cinética baixa.

Responde

- 16) Sólido, líquido, gasoso, plasma e condensado de Bose-Einstein são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?

- 17) Por quê?

- 18) Na tua concepção, o quê afirmarias que fisicamente caracteriza de forma fundamental a separação em 5 estados distintos?

- 19) Uma chama de uma vela queimando, a matéria que constitui o nosso Sol e também as estrelas no céu, em que estado você classificaria que eles se encontram e se possível por quê?

- 20) Qual é o estado de matéria mais freqüente no universo e qual o menos encontrado?

- 21) Qual o estado da matéria considerado mais energético?

- 22) Existem estados mais energéticos?

Nome: \_\_\_\_\_ Número: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Figura 20 - Instrumento de avaliação aplicado aos estudantes individualmente.