UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
FÍSICA-LICENCIATURA

JOCLEBSON GILVAN DA SILVA

Avaliando a aprendizagem das leis de Newton no ensino de Física: entendendo e problematizando o papel das avaliações na disciplina de Física no ensino médio

CARUARU
2018

JOCLEBSON GILVAN DA SILVA

Avaliando a aprendizagem das leis de Newton no ensino de Física: entendendo e problematizando o papel das avaliações na disciplina de Física no ensino médio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Física-Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de graduação em Física-Licenciatura.

Orientador: Profº. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos.

Caruaru

2018

Catalogação na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S586a Silva, Joclebson Gilvan da.
Avaliando as leis de Newton no ensino de Física: entendendo e problematizando o papel das avaliações na disciplina de Física no ensino médio. / Joclebson Gilvan da Silva. - 2018.
70 f. : 30 cm.

Orientador: João Eduardo Fernandes Ramos
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Física, 2018.
Inclui Referências.

1. Parâmetros Curriculares Nacionais. 2. Avaliação. 3. Ensino médio. 4. Exame Nacional do Ensino Médio (Brasil). I. Ramos, João Eduardo Fernandes (Orientador). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2018-260)

JOCLEBSON GILVAN DA SILVA

AVALIANDO A APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO DE FÍSICA: ENTENDENDO E PROBLEMATIZANDO O PAPEL DAS AVALIAÇÕES NA DISCIPLINA DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Este trabalho foi julgado adequado e aprovado para a obtenção do título de graduação em Física-Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste

Caruaru, 04 de dezembro de 2018

_____

Prof. Dr João Eduardo Fernandes Ramos
Coordenador do Curso de Física-Licenciatura

BANCA EXAMINADORA:

_____

Profº. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos
Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste
Orientador

_____

Profº. Dr. Ernesto Arcenio Valdes Rodriguez
Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste
Segundo Examinador

_____

Profª. Drª. Kátia Calligaris Rodrigues
Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste
Terceira Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amigos, professores e especialmente à Mirelly e minha família que sempre me ajudou: meu pai Gilvan, minha mãe Sônia e meus irmãos Jucélio e Joanderson.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu professor João Eduardo pela orientação e ajuda que fez com que este trabalho fosse realizado. Agradeço também aos alunos do curso de licenciatura em Física da UFPE do campus CAA que colaboraram com a pesquisa.

RESUMO

Diante do que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e Estaduais (Pernambuco) apresentam como habilidades, competências, qualidades, valores e atitudes que se esperam que os estudantes do ensino médio desenvolvam, foi analisado neste trabalho o Enem e as provas dos alunos dos anos finais do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal de Pernambuco sobre a avaliação da temática das leis de Newton. Foi feito inicialmente um estudo sobre os aspectos e características relacionados à avaliação e às competências apresentadas pelos parâmetros curriculares. Posteriormente foram analisadas as questões do Enem e as avaliações referentes às leis de Newton apresentadas pelos estudantes do curso de licenciatura em Física, e construído um quadro que relaciona aquilo que é exigido nas questões apresentadas, tanto no Enem como nas avaliações elaboradas pelos participantes, com as competências e habilidades presentes nos PCNs. Objetiva-se com este trabalho fazer uma reflexão sobre aquilo que é levado em consideração quando o professor de Física avalia seus alunos nos cursos de Física do ensino médio e as competências que este espera que os seus estudantes desenvolvam ao longo desta disciplina. Participaram da pesquisa oito alunos do curso de licenciatura em Física e das provas elaboradas por estes pode-se observar a pouca ênfase que é dada aos aspectos presentes no grupo da Contextualização Sociocultural presente nos PCNs. Este fato também é observado nas questões apresentadas no Enem, o que nos leva a refletir sobre a importância da presença destes aspectos nas avaliações dos professores de Física no ensino médio.

PALAVRAS CHAVE: Parâmetros Curriculares Nacionais. Parâmetros Curriculares Estaduais. Avaliação. Enem. Leis de Newton.

ABSTRACT

In view of the fact that the National Curricular Parameters (NCPs) and State (Pernambuco) present as skills, competences, qualities, values and attitudes that are expected of high school students, was analyzed in this study the Enem and the tests of the students of the years end of the undergraduate course in Physics of the Federal University of Pernambuco about the evaluation of the theme of Newton's laws. A study was initially made about the aspects and characteristics related to the evaluation and competences presented by the curricular parameters. After, was analyzed the questions of the Enem and the evaluations relative the Newton's laws presented by the students of the course in "*Licenciatura*" in Physics, and built a framework that relates that which is required in the questions presented, as in the Enem as in the evaluations elaborated by the participants, with the competences e skills presents in the NCPs. The objective of this work is to make a reflection about that which is taken in consideration when the physics teacher evaluates his students in the courses of Physics of high school and the skills that he expects that his students develop along this discipline. Participated of the research eight students of the course in "*Licenciatura*" in Physics and of the tests elaborated by these can be observed the little emphasis that is given to the aspects present in the group of the Socio-cultural Contextualization present in the NCPs. This fact is also observed in the questions presented in the Enem, which leads us to reflect about the importance of the presence of these aspects in the evaluations of physics teachers in high school.

Keywords: National Curricular Parameters. State Curricular Parameters. Evaluation. Enem. Newton's Laws.

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÂO**	**9**
2	**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**.....	**15**
2.1	ASPECTOS E CARACTERÍSTICAS DA AVALIAÇÃO.....	15
2.2	PCNS E OS PARÂMETROS ESTADUAIS DO ESTADO DE PERNAMBUCO	19
3	**APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS** …….....	**36**
3.1	AVALIAÇÃO DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO MÉDIO - ANÁLISE SOBRE O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM).....	36
3.2	ANÁLISE SOBRE AS PROVAS E JUSTIFICATIVAS ELABORADAS PELOS ALUNOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFPE DO CAMPUS CAA.....	45
4	**CONSIDERAÇÕES FINAIS**	**66**
	REFERÊNCIAS	**69**

1 INTRODUÇÃO

Em pleno século XXI, já estamos habituados com o fato de termos, em algum momento de nossa vida acadêmica/escolar, que realizar uma prova ou teste de algum conhecimento de determinada disciplina e é comum que tais exames sejam bem específicos e voltados a configuração do estado de aprendizagem do aluno em determinados assuntos. Porém, ao fazermos isso, deixamos em segundo plano, habilidades, valores e competências que são importantes para o desenvolvimento do aluno quanto cidadão e que são normalmente excluídos da esfera avaliativa. Se pensarmos na avaliação como uma prática que tem como base o direcionamento do aluno para uma aprendizagem e sendo esta última constituída de elementos de domínio do tipo cognitivo, psicomotor e afetivo; então, não podemos apenas nos atentar a utilizar essa atividade como prática de constatação da configuração da aprendizagem do estudante para com o conteúdo em questão a ser ensinado.

Diante disso, podemos observar que há uma necessidade por parte dos professores de refletir sobre as suas avaliações e sobre os pressupostos que fundamentam a sua prática avaliativa: o que, como e por que avaliar. Por isso, é essencial que estes estejam cientes da importância que esta atividade tem no âmbito escolar, que acaba trazendo sérias consequências para os alunos em suas vidas acadêmicas e sociais.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino médio, na seção sobre Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, temos como objetivos direcionados ao estudante, que vale a pena ressaltar neste referido trabalho:

> Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade (BRASIL, 1999, p. 95 - 96).

Ou seja, pretende-se que o aluno possa compreender que a ciência não é um objeto pronto e acabado, construído e instalado na sociedade de forma que não possa ser transformado ou reformulado. Mas sim, fruto de resultados de trabalhos e esforços de muitos profissionais cuja edificação final se deu a partir de acumulação, continuidade e rupturas de paradigmas, e como construção humana,

desenvolve-se e está relacionado às transformações da sociedade. Temos também a seguinte competência:

> Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos. (BRASIL, 1999, p. 95 - 96).

Este tópico ressalta a importância em saber lidar e identificar as variáveis relevantes das questões/problemas que estejamos trabalhando, tanto do ponto de vista analítico como numa perspectiva conceitual. Por exemplo, quando estamos trabalhando o conteúdo referente à calor e temperatura, espera-se que os alunos selecionem os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação das informações tendo em vista o assunto que está sendo abordado. Outra qualidade se refere à

> Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações, e interpretações; (BRASIL, 1999, p. 95 - 96).

Temos como exemplo deste tópico relacionado à disciplina de Física a análise do movimento de uma ou mais partículas diante da cinemática. Aqui fazemos a cada instante análises das informações a respeito do movimento dos corpos e tais dados estão normalmente expressos em gráficos e/ou expressões algébricas. É importante ressaltar que este tópico é o que acaba adquirindo uma maior ênfase nas atividades escolares na disciplina de Física, pois tais práticas voltam-se suas atenções normalmente para a estrita análise e aplicação de conhecimentos que estão relacionados a variáveis representadas em gráficos e expressões algébricas. Contudo, evidencia-se que estas são habilidades necessárias e importantes que os alunos adquiram, porém não são suficientes. Nem devem ser exclusivas da nossa prática de ensino referente a alguma disciplina da área das Ciências da Natureza. Temos também a presença nos PCNs do item:

> Apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural. (BRASIL, 1999, p. 95 - 96).

Por exemplo, o aluno, ao estudar sobre temas como energia nuclear e radioatividade, poderá aplicar tais conhecimentos para explicar as atividades decorrentes dos processos nucleares. Bem como, as suas implicações e consequências nas vidas das pessoas. Este estudante poderá também durante o seu curso na escola "conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia

envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina." (BRASIL, 2002, p. 78). Ao avaliar os efeitos biológicos e ambientais decorrentes de fenômenos nucleares, o aluno poderá participar de discussões sobre o tema com propriedade e autonomia, assim como desenvolver a capacidade de planejar ações de intervenção no mundo natural. A seguir é apresentada outra qualidade:

> Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social. (BRASIL, 1999, p. 95 - 96).

Podemos tomar como exemplo os aparelhos e dispositivos elétricos, que causaram grande impacto na nossa vida pessoal e social, e modificaram os processos de produção e o nosso modo de viver em sociedade. Os alunos devem compreender também a importância das tecnologias desenvolvidas por nós e como elas são imprescindíveis para o desenvolvimento do nosso conhecimento, pois são instrumentos que nos permitem ir além das nossas limitações sensoriais, atingindo um grau significativo de precisão técnica. Temos também a presença da seguinte competência:

> Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida. (BRASIL, 1999, p. 95 - 96).

Ou seja, evidencia-se aqui a importância de o aluno compreender e saber aplicar tais tecnologias tanto na escola como no trabalho ou em outros contextos. O estudante deve desenvolver, por exemplo, a capacidade de utilizar um instrumento de medida como multímetro, paquímetro, termômetro, galvanômetro, entre outros dispositivos. Diante disso, podemos afirmar que “a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, **a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação**.” (BRASIL, 1999, p. 5, grifo do autor).

Assim sendo, pretende-se que os alunos construam e desenvolvam tanto o seu pensamento científico como o seu ser quanto cidadão, onde possam

> adquirir competências que permitam lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos construídos. (BRASIL, 2002, p. 59).

Com base nos PCNs e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), no que diz respeito às Ciências da Natureza, temos como princípios norteadores da prática pedagógica tanto o desenvolvimento científico do estudante como o desenvolvimento deste quanto cidadão. E são estes princípios que tomaremos como ponto de partida para uma discussão sobre o papel da avaliação sobre as Leis de Newton na disciplina de Física.

No que diz respeito às Leis de Newton na disciplina de Física do ensino médio, o que é avaliado e quais os pressupostos guiam o professor nessa atividade de cunho pedagógico? O que se espera que o aluno aprenda/compreenda das leis de Newton? Essas questões nos levam a reflexão sobre como avaliamos e como deveríamos avaliar os nossos estudantes diante dessa temática de ensino. O propósito da pesquisa foi restringirmos à avaliação da aprendizagem de acordo com essa temática, levando em consideração aspectos como habilidades, conhecimentos, valores, hábitos, atitudes e competências que desejamos que estudantes adquiram ao longo dos seus percursos escolares nas disciplinas Física do ensino médio.

Para a realização de uma atividade avaliativa que atenda e corrobore com os objetivos educacionais propostos, precisamos fazer uso de mecanismos e instrumentos adequados que nos possibilitem realizar a coleta de dados a respeito da aprendizagem do estudante e, diante dessas informações, tomar as decisões que sejam satisfatórias para o direcionamento deste em seu processo de aprendizagem. Como afirma Luckesi, “**os instrumentos de avaliação da aprendizagem**, não podem ser quaisquer instrumentos, mas sim os adequados para coletar os dados que estamos necessitando para configurar o estado de aprendizagem do nosso educando.” (LUCKESI, 2000, p. 7, grifo do autor).

Para Luckesi, “o ato de avaliar implica dois processos articulados e indissociáveis: **diagnosticar e decidir**.*”* (LUCKESI, 2000, p. 3, grifo do autor). Ou seja, nesse processo de avaliação fazemos uma análise do estado de algum objeto de acordo com suas propriedades; o qualificamos a partir da atribuição de uma qualidade, que é estabelecida a partir de um determinado padrão, um critério de qualidade que é instituído para este objeto; assim poderemos tomar decisões a respeito deste.

Os conteúdos de Física selecionados para ser o nosso objeto de estudo sobre como a avaliação está se dando no ensino médio serão as Leis de Newton. Tendo em vista que essas leis são amplamente discutidas na rede básica de ensino, pois, fazem parte da grade curricular da disciplina de Física e são importantes para a compreensão de diversos fenômenos envolvendo a mecânica clássica, foi examinado como está ocorrendo a avaliação destas, a partir de um estudo realizado com o Enem e provas elaboradas por estudantes do curso de licenciatura em Física da UFPE, sob o olhar do que é proposto nos PCNs como competências.

Este trabalho consistiu inicialmente em uma revisão bibliográfica, onde foram analisados os aspectos e características gerais sobre a avaliação. Nesta etapa foram discutidos os elementos presentes na atividade da avaliação da aprendizagem escolar, seus conceitos e qualidades desta prática. São abordadas também as ideias relativas aos atos de avaliar e examinar, importantes conceitos a serem discernidos e compreendidos por parte dos professores, ou futuros professores, no que diz respeito à atividade avaliativa. Além disso, são apresentadas discussões sobre os instrumentos de avaliação que são utilizados e suas principais características.

Também na etapa da revisão bibliográfica foram discutidos os aspectos relacionados aos Parâmetros Curriculares Nacionais e os Parâmetros Curriculares Estaduais de Pernambuco no que diz respeito à disciplina de Física. Aqui foram apresentadas e analisadas as propostas desses documentos no que diz respeito aos objetivos educacionais voltados à formação em Física dos estudantes do ensino médio. Assim sendo, foram explicitas as habilidades, qualidades, competências, valores, atitudes gerais e específicas que estes parâmetros curriculares propõem para os estudantes do ensino médio, visando à formação científica destes para a vivência de forma crítica e participativa na sociedade.

Além do que foi exposto acima, outra etapa deste trabalho consistiu em analisar as questões referentes às leis de Newton que foram abordadas nos exames nacionais do ensino médio de 1998 a 2017. A análise das questões acontece sob o olhar do que é proposto nos PCNs como objetivos educacionais para o estudante do ensino médio na disciplina de Física, onde será estabelecido um quadro que categoriza tais questões em função dos elementos referentes aos grupos e itens das Competências e habilidades presentes nos PCNs para esta disciplina.

Para concluir as características metodológicas deste referido trabalho, foi realizada uma pesquisa com os alunos do 8º período em diante do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) do campus do Centro Acadêmico do Agreste (CAA), que atuam ou não como professores da educação básica da região. Nesta pesquisa, foi proposto que os participantes elaborassem um exemplo de prova com cinco questões sobre as leis de Newton e dessem suas justificativas para a escolha de cada item presente na prova. Estes participantes tiveram uma semana para a elaboração destas avaliações. As provas foram analisadas sob o olhar das competências e habilidades propostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais e Estaduais (Pernambuco).

O objetivo do trabalho foi analisar as competências exigidas nas provas elaboradas pelos alunos do curso de licenciatura em Física e nas questões do Enem levando em consideração as qualidades presentes nos PCNs e nos parâmetros estaduais (Pernambuco), a fim de examinar o que se esperar avaliar nos estudantes do ensino médio sobre as leis de Newton.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS E CARACTERÍSTICAS DA AVALIAÇÃO

A avaliação é uma das principais atividades da prática pedagógica, pois ela permite ao professor obter informações a respeito da aprendizagem dos alunos e é por meio deste exercício que se tem os dados necessários/importantes para o "acompanhamento do processo de ensino aprendizagem, no sentido de verificar se os objetivos pretendidos estão sendo alcançados." (PASSOS, 2009, p. 1).

Antes de entrarmos no âmbito da avaliação da aprendizagem escolar, que é o nosso principal foco nesse texto, será aberta uma breve discussão epistemológica sobre a avaliação e o ato de avaliar, conceitos importantes a serem compreendidos por professores/educadores, pois fazem parte da prática e atividade diária destes profissionais.

De acordo com Luckesi,

> O termo **avaliar** tem sua origem no latim, provindo da composição **a-valere**, que quer dizer 'dar valor a...'. Porém, o conceito 'avaliação' é formulado a partir das determinações da conduta de 'atribuir um valor ou qualidade a alguma coisa, ato ou curso de ação...', que, por si, implica um posicionamento positivo ou negativo em relação ao objeto, ato ou curso de ação avaliado. Isso quer dizer que o ato de avaliar não se encerra na configuração do valor ou qualidade atribuídos ao objeto em questão, exigindo uma tomada de posição favorável ou desfavorável ao objeto de avaliação, com uma consequente decisão de ação. (LUCKESI, 2011, p. 52, grifo do autor).

Como dito anteriormente na introdução, "o ato de avaliar implica dois processos articulados e indissociáveis: **diagnosticar e decidir***."* (LUCKESI, 2000, p. 3, grifo do autor). Segundo este autor, tem-se em primeiro lugar o processo de diagnosticar, onde fazem parte as etapas da constatação e qualificação do objeto da avaliação. No ato da constatação, verificamos o estado do objeto tendo por base suas características. Diante disso, qualificamos o objeto a partir da atribuição de uma qualidade, que é estabelecida a partir de um determinado padrão, um *critério de qualidade*; assim poderemos tomar decisões a respeito deste, onde essa tomada de decisão tem como função um objetivo que se tem a alcançar e não acontece num vão teórico.

Podemos, a partir dessas considerações, perceber que o ato de avaliar possui, e deve ficar claro para os professores, uma função e uma conotação diferente daquela atribuída ao conceito de *verificação*, pois, a verificação sendo um processo de investigação sobre a verdade de alguma coisa ou objeto, "configura-se pela observação, obtenção, análise e síntese de dados ou informações que delimitam o objeto ou ato com o qual se está trabalhando" (LUCKESI, 2011, p. 52), e encerra-se no momento em que o objeto é configurado. Ou seja, a verificação tem o seu ciclo concluído a partir do momento que obtivermos a configuração do objeto de avaliação. Diferentemente deste, a *avaliação* é uma ação essencialmente dinâmica e essa, como afirma Luckesi: "não se encerra na configuração do valor ou qualidade atribuídos ao objeto em questão, exigindo uma tomada de posição favorável ou desfavorável ao objeto de avaliação, com uma consequente decisão de ação." (LUCKESI, 2011, p. 52).

No âmbito do contexto escolar, podemos perceber que o que se tem praticado nas escolas (e nas instituições de ensino superior) brasileiras são processos de verificação da aprendizagem dos alunos, onde esta atividade encerra-se quando o professor obtém, a partir da realização/aplicação de algum instrumento de avaliação, por exemplo: teste ou prova, as notas dos mesmos; sendo estes símbolos numéricos utilizados apenas no registro da caderneta dos alunos. Diante disso, a avaliação acaba não sendo utilizada como um diagnóstico que indique o percurso de aprendizagem que o estudante está trilhando e quais os caminhos, se for o caso, percorrer para melhorar a situação do mesmo perante a sua aprendizagem para dar lugar a classificação deste perante a práticas de verificação da aprendizagem.

É importante também deixar claro e fazer aqui uma discussão a respeito do ato de examinar, que acaba muitas vezes sendo confundido por parte dos professores com o ato de avaliar. Sobre este assunto, Luckesi discute:

> O ato de examinar tem como função a classificação do educando, minimamente, em "aprovado ou reprovado"; no máximo, em uma escala mais ampla de graus, tais como as notas, que variam de 0 (zero) a 10 (dez) ou como é uma escala de conceitos, que pode conter cinco ou mais graus. Ao ato de examinar não importa que todos os estudantes aprendam com qualidade, mas somente a demonstração e classificação dos que aprenderam e dos que não aprenderam. E isso basta. Deste modo, o ato de examinar está voltado para o passado, na medida em que deseja saber do educando somente o que ele já aprendeu; o que ele não aprendeu não traz nenhum interesse. (LUCKESI, 2011, p. 62).

Infelizmente o que se tem praticado em muitas escolas são exames. Cujo interesse não está em se o estudante está aprendendo ou não e buscar alternativas para que estes alunos aprendam, mas sim, nas ações que visam à classificação deste perante os critérios de avaliação daquela prática escolar.

Sobre a dificuldade de transitar dos hábitos referentes aos exames para hábitos relativos à avaliação, Luckesi discute:

> Tem sido difícil, para nós educadores, transitar dos hábitos relativos aos exames escolares para hábitos relativos à avaliação. As razões que geram essa dificuldade podem ser sintetizadas em três temas: (1) as **contribuições da história da educação** (os exames escolares que conhecemos hoje foram sistematizados com a emergência da modernidade, no século XVI), (2) o **modelo de sociedade** no qual vivemos (o modelo burguês de sociedade, em sua constituição, é excludente, característica reproduzida pelos exames escolares), (3) a **repetição inconsciente** do que ocorreu com cada um de nós, ao longo de nossa vida escolar. (LUCKESI, 2011, p. 67 – 68, grifo nosso).

Nosso sistema educacional está marcado por práticas de exames influenciadas pelos sistemas padronizados de avaliação como o SAEB, ENEM, PISA e outros. Diante disso, Carvalho discute que esses sistemas "têm gerado fortes mecanismos de controle e necessidade de profundas modificações nas práticas de ensino veiculadas nas escolas, com inegáveis consequências para os alunos e para a sociedade." (CARVALHO, 2010, p. 142).

No âmbito da avaliação da aprendizagem escolar, temos como primeiro ato da atividade avaliativa a ação de diagnosticar, que implica primeiramente em "**coletar dados relevantes***,* que configurem o estado de aprendizagem do educando ou dos educandos." (LUCKESI, 2000, p. 6, grifo do autor). Para a coleta desses dados serão necessários instrumentos adequados para este fim.

Nessa perspectiva, Luckesi destaca as principais características que os instrumentos de avaliação da aprendizagem devem apresentar:

> a) sejam **adequados ao tipo de conduta e de habilidade** que estamos avaliando (informação, compreensão, análise, síntese, aplicação...); b) sejam **adequados aos conteúdos essenciais planejados** e, de fato, realizados no processo de ensino (o instrumento necessita cobrir todos os conteúdos que são considerados essenciais numa determinada unidade de ensino-aprendizagem); c) **adequados na linguagem**, na clareza e precisão da comunicação (importa que o educando compreenda exatamente o que se está pedindo dele); **adequados ao processo de aprendizagem do educando** (um instrumento não deve dificultar a aprendizagem do educando, mas, ao contrário, servir-lhe de reforço do que já aprendeu. Responder as questões significativas significa aprofundar as aprendizagens já realizadas.). (LUCKESI, 2000, p. 7, grifo nosso).

A utilização adequada desses instrumentos é importante, pois permite ao professor saber se as aprendizagens estão ocorrendo e quais as dificuldades que os alunos estão enfrentando em seus processos de aprendizagem. Diante disso, Carmensita Passos discute:

> E para quê saber se as aprendizagens estão ocorrendo e/ou quais as dificuldades de aprendizagem enfrentadas? Certamente não apenas para atribuir uma nota, mas para tomar decisões diante desses dados: continuar o processo ou fazer uma parada para rever conhecimentos, explicitar conteúdos que tenham apresentado dificuldades de compreensão, tirar dúvidas, enfim, encontrar formas de superar os erros e obstáculos apontados na avaliação. (PASSOS, 2009, p. 1).

Como afirma Carmensita Passos (2009, p. 1), os instrumentos mais utilizados para a avaliação da aprendizagem escolar são os testes e provas. Mas podemos ter também a utilização de sínteses, relatórios, portfólios, autoavaliações, entre outros (CARVALHO et al, 2010, p. 152). Apesar das provas e os testes serem os instrumentos de avaliação mais utilizados, não podemos pensar que estes são os melhores. Pois, deve se ter em mente que há habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores que devem ser considerados quando estamos diante de um processo educativo e somente a utilização destes instrumentos no processo avaliativo não contemplará tais qualidades. Na maioria das vezes estas qualidades acabam sendo deixadas de lado em prol de uma avaliação unilateral da aprendizagem, uma avaliação onde somente os conteúdos específicos, a saber, são considerados importantes e exclusivamente relevantes a serem contabilizados e processados nessa atividade.

Após a utilização dos instrumentos adequados para a avaliação e coletados os dados relevantes que configurem o estado de aprendizagem dos alunos, o professor tem o importante papel de tomar as decisões sobre o direcionamento do estudante no que diz respeito a sua aprendizagem, de modo que seja feita “a retomada do **curso de ação**, se ele não tiver sido satisfatório, ou a sua reorientação, caso esteja se desviando.” (LUCKESI, 2011, p. 59, grifo nosso). Para que haja resultados satisfatórios no que diz respeito à aprendizagem dos alunos é preciso investir na construção dos resultados desejados de modo que os alunos aprendam aquilo que é ensinado.

2.2 PCNS E OS PARÂMETROS ESTADUAIS DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Com base na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), o Ministério da Educação propôs para educação escolar brasileira, visando tornar-se eficiente em suas ações na preparação dos nossos jovens para a vida adulta, os PCNs. Seus elementos constituintes fornecem as competências e as condições básicas de funcionamento para o perfil de currículo na escola de educação básica do nosso país.

De acordo com Alaim Neto:

> Os PCN são uma proposta do Ministério da Educação para a educação escolar brasileira tornar-se eficiente, fornecendo limites e condições de funcionamento para os currículos na escola, bem como os mínimos conteúdos a serem ministrados nas disciplinas. (NETO, 2014, p. 113).

No que se refere ao Ensino Médio, um dos fatores determinantes para a necessidade de se repensar as diretrizes gerais e os parâmetros curriculares que orientavam essa modalidade de ensino nos anos finais do século XX e início do século XXI foi o fator econômico, que

> se apresenta e se define pela ruptura tecnológica característica da chamada terceira revolução técnico-industrial, na qual os avanços da microeletrônica têm um papel preponderante, e, a partir década de 80, se acentuam no País. (BRASIL, 1999, p. 5).

Aliado a isso, decorreram as mudanças ocorridas nas diversas áreas do conhecimento, pois, a partir da inclusão, incorporação e difusão dessas novas tecnologias, teve-se uma nova compreensão teórica sobre o papel da escola e sua relação com a sociedade (esta última encontrando-se numa constante dinâmica de transformação decorrente das novas tecnologias). Além disso, o conhecimento a respeito das condições em que se desenvolvia o sistema educacional do nosso país e as informações a respeito do aumento da procura pelo Ensino Médio contribuíram significativamente para a fundamentação dos documentos.

De acordo com os próprios documentos oficiais, no que se refere ao aumento do número de matrículas realizadas no Ensino Médio nos anos que antecederam os que os documentos foram propostos, tem-se que

> No Brasil, o Ensino Médio foi o que mais se expandiu, considerando como ponto de partida a década de 80. De 1988 a 1997, o crescimento da demanda superou 90% das matrículas até então existentes. Em apenas um ano, de 1996 a 1997, as matrículas no Ensino Médio cresceram 11,6%. (BRASIL, 1999, p. 6).

Entretanto, o índice de escolarização líquida nesta modalidade de ensino, que não ultrapassava 25%, considerando a população de 15 a 17 anos, colocava o Brasil em situação de desigualdade em relação a muitos países, inclusive da América Latina. (BRASIL, 1999, p. 6).

A partir do padrão de crescimento das matrículas no Ensino Médio no Brasil pôde-se destacar as suas relações com as mudanças que vinham ocorrendo na sociedade, pois devido as novas exigências do mercado de trabalho e o reconhecimento da importância da escolaridade por parte dos diversos seguimentos da sociedade, entre outros fatores determinantes, acabou-se tendo uma maior procura por esse nível de ensino. É importante destacar que tais matrículas se concentravam nas escolas de redes públicas estaduais. De acordo com os PCNs,

> Os estudos desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), quando da avaliação dos concluintes do Ensino Médio em nove Estados, revelam que 54% dos alunos são originários de famílias com renda mensal de até seis salários mínimos e, na Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte, mais de 50% destes têm renda familiar de até três salários mínimos. É possível concluir que parte dos grupos sociais até então excluídos tenha tido oportunidade de continuar os estudos em função do término do Ensino Fundamental, ou que esse mesmo grupo esteja retornando à escola, dada a compreensão sobre a importância da escolaridade, em função das novas exigências do mundo do trabalho. (BRASIL, 1999, p. 6).

Nas palavras dos próprios documentos oficiais, que conclui ressaltando o que acabamos de apresentar:

> Pensar um novo currículo para o Ensino Médio coloca em presença estes dois fatores: **as mudanças estruturais que decorrem da chamada "revolução do conhecimento",** alterando o modo de organização do trabalho e as relações sociais**;** e **a expansão crescente da rede pública,** que deverá atender a padrões de qualidade que se coadunem com as exigências desta sociedade. (BRASIL, 1999, p. 6, grifo do autor).

Diante do que foi exposto, podemos ver que, desde quando os documentos foram propostos, pensava-se numa reformulação do currículo do Ensino Médio, tendo como base a preparação do aluno para viver e conviver em uma nova sociedade que se encontra, e encontrava-se na época, influenciada pelas novas tecnologias da informação. Tais tecnologias são decisivas para a alteração da nossa visão de mundo e contribuintes para uma verdadeira revolução do nosso conhecimento.

Pensar o currículo da educação básica, mais especificamente em nível de Ensino Médio, implica em refletir e considerar o que deve ser contemplado, no que diz respeito aos conteúdos e estratégias de aprendizagem, na capacitação e

habilitação do ser humano para o exercício de sua cidadania e atividade humana. Segundo os documentos oficiais, tais qualificações devem estar inseridas “nos três domínios da ação humana: **a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva.**” (BRASIL, 1999, p. 15, grifo do autor). Tal perspectiva é ressaltada por Carvalho, que reforça a preocupação dos estudiosos da área de educação no que diz respeito aos objetivos centrais planejados para Educação Básica, onde temos a formação geral do cidadão e a sua preparação para o trabalho como elementos principais da reflexão, planejamento e organização do currículo escolar. (CARVALHO et al, 2010, p. 4).

As diretrizes gerais e orientadoras da proposta curricular para o Ensino Médio sugeridas pelos PCNs estão pautadas nos quatro pilares da educação apontados pela UNESCO: Aprender a conhecer, Aprender a fazer, Aprender a ser e Aprender a conviver. (BRASIL, 1999, p. 15). A partir dessas proposições, podemos observar que o nosso modelo de currículo educacional evidencia a importância das relações entre o ser humano, seus semelhantes e seu entorno (sociedade, comunidade e todo ambiente que o cerca) como sendo essenciais para a formação geral do indivíduo, o que permite o desenvolvimento deste em sua totalidade.

Tendo os conceitos de interdisciplinaridade e contextualização como “eixos organizadores da doutrina curricular” (CARVALHO et al, 2010, p. 6), os PCNs trazem como parte do seu corpo organizador a respeito das atividades educativas propostas, a importância de relacionar as diferentes disciplinas escolares de forma que elas possam caminhar entre si numa perspectiva de programa de ensino onde os conteúdos devem ser trabalhados tendo em vista as suas semelhanças e aspectos relacionáveis. Diante disso, o estudante pode, por exemplo, “utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista” (BRASIL, 1999, p. 21). Sempre buscando a contextualização entre aquilo que é vivenciado pelo aluno no seu dia a dia e as abstrações constituintes dos fenômenos e conceitos disciplinares.

De acordo com os PCNs, é importante recorrer aos recursos da interdisciplinaridade e contextualização como fatores relevantes para a adaptação do currículo às características dos alunos e de seu ambiente socioeconômico (BRASIL, 1999, P. 91). Esta adaptação dos currículos às necessidades e

características regionais dos alunos e das instituições escolares já havia sido proposto pela LDB em seu artigo 26, que diz:

> Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (BRASIL, 1996, p. 8).

Ter uma educação básica de qualidade que tenha como meta a preparação dos nossos jovens para a vida e convívio em sociedade implica em superar as "limitações do antigo ensino médio, organizado em duas principais tradições formativas, a pré-universitária e a profissionalizante" (BRASIL, 2002, p. 8). A versão pré-universitária é caracterizada pela rigorosa ênfase na divisão disciplinar do aprendizado, marcado pelo particionamento restrito das disciplinas e na preparação dos jovens para o ensino superior. Já a versão profissionalizante é marcada pela estrita ênfase na preparação técnica para fazeres práticos profissionalizantes, onde as competências específicas ganham lugar de destaque nas atividades, dissociando-se de uma formação cultural mais ampla. (BRASIL, 2002, p. 8).

Em complemento ao que foi explicitado no parágrafo anterior sobre a tradição formativa pré-universitária exposta pelos PCNs, podemos citar as considerações de Luckesi (LUCKESI, 2011, p. 35) que exemplifica, ao discutir o que é chamado por ele de *pedagogia do exame*, que essa pedagogia tem como claro exemplo, que podemos observar das práticas pedagógicas tradicionais no Ensino médio, o fato das turmas de terceiro ano do Ensino Médio voltarem as suas atenções e atividades para a prática de resolução de provas tendo como meta a preparação para o vestibular, sempre objetivando o ingresso na universidade. O que entra em contradição com a concepção de pedagogia do ensino/aprendizagem e o que é proposto nos documentos oficiais, onde a atividade educativa não se resume a atividades de resolução de exercícios e provas, mas sim, busca a preparação do estudante para a vida, a qualificação deste para a cidadania e sua capacitação para o aprendizado permanente. (BRASIL, 2002, p. 8).

Diante do que foi exposto até aqui, podemos indagar: que habilidades, qualidades, competências e atitudes gerais os PCNs propõem para os alunos do ensino médio visando à preparação e formação destes para viverem como cidadãos críticos e participativos de uma sociedade que se encontra atualmente numa

constante/dinâmica transformação devido ao desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e/ou questões sociais que nos afetam, impondo-nos novos desafios e problemas a serem resolvidos?

No que diz respeito à competências/qualidades que os alunos devem adquirir para que estes obtenham uma formação completa onde possam viver e conviver em sociedade de forma crítica, autônoma e participativa, sendo a escola um dos meios pelos quais esta aquisição se dará, os PCNs expõem:

> (...) estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa:
> • saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
> • enfrentar problemas de diferentes naturezas;
> • participar socialmente, de forma prática e solidária;
> • ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e,
> •especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado. (BRASIL, 2002, p. 9).

Para a contemplação de tal objetivo precisamos de meios/condições efetivos onde os alunos possam:

> • comunicar-se e argumentar;
> • defrontar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los;
> • participar de um convívio social que lhes dê oportunidades de se realizarem como cidadãos;
> • fazer escolhas e proposições;
> • tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender. (BRASIL, 2002, p. 9).

A escola deve, portanto, de acordo com essa concepção, propiciar aos alunos, e desenvolver nestes, as suas potencialidades para que tenhamos a formação de cidadãos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade, que participem e estejam familiarizados com as mais diversas discussões humanas que podem permear temas como ciência, política, saúde pública e direitos humanos, e que estas pessoas possam desenvolver a qualidade de *aprender a aprender* para que estejam aptas a seguirem um caminho permanente de aprendizado durante suas vidas.

Como afirma os PCNs (BRASIL, 2002, p. 61), todo o conhecimento de Física acumulado ao longo da nossa história não cabe na escola. Logo, precisamos fazer escolhas quanto àquilo que é importante e deve estar presente nos currículos escolares. Fazer escolhas quanto a essa questão não significa em restringir os conteúdos que devem ser trabalhados ao conhecimento e à estrutura da Física. Deve, pois, levar em conta “o sentido mais amplo da formação desejada” (BRASIL, 2002, p. 61). É preciso que pensemos, claro que dentro de uma concepção

pedagógica assumida a priori, nas competências e qualidades que esperamos que o aluno adquira em seu processo de escolarização.

Vale ressaltar que não podemos deixar de lado as características regionais inerentes às escolas quando estamos pensando nas competências que se deseja construir nos alunos. Pois, como é de se esperar, "é muito provável que uma escola da periferia de uma cidade grande tenha estabelecido prioridades formativas diferentes daquelas de uma escola central de uma cidade de pequeno porte." (BRASIL, 2002, p. 62).

As competências e habilidades a ser desenvolvidas com o ensino de Física estão organizadas de forma a apresentar conexões com as outras áreas do conhecimento, como Linguagens, Códigos e suas tecnologias e as Ciências Humanas. Diante disso, os PCNs apresentam três categorias onde exemplifica tais competências. São elas: Investigação e Compreensão; Representação e Comunicação; Contextualização Sociocultural.

Na seção sobre Representação e Comunicação tem-se a presença do item **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**. Aqui, espera-se que os alunos desenvolvam as seguintes competências referentes à área das Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: "Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica." (BRASIL, 2002, p. 63).

Temos aqui, por exemplo, aspectos sobre o conhecimento das unidades de medidas e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza Física. "Por exemplo, identificar que uma caixa d'água de 2 m^3 é uma caixa de 2000 litros, ou que uma tonelada é uma unidade mais apropriada para expressar o carregamento de um navio do que um milhão de gramas." (BRASIL, 2002, p. 63).

É destacado também neste tópico a importância de "reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física". (BRASIL, 2002, p. 63). Por exemplo, reconhecer os símbolos de massa ou volume presentes em embalagens de produtos; reconhecer e saber utilizar as unidades de medidas referentes à grandeza física de comprimento, tanto no sistema internacional de medidas como naquele utilizado informalmente pelas pessoas.

Tem-se também um item que discute sobre a **articulação dos símbolos e códigos da ciência e tecnologia**, onde se espera que os alunos consigam:

> Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas. (BRASIL, 2002, p. 63).

Com isso, espera-se que os alunos possam, por exemplo, “interpretar um gráfico de crescimento, ou da variação de temperaturas ambientes; compreender o esquema de uma montagem elétrica; ler um medidor de água ou de energia elétrica” (BRASIL, 2002, p. 63).

Tem-se também a necessidade da construção de sentenças ou esquemas para a resolução de problemas; como igualmente a construção de tabelas e a transformação destas em gráfico para descrever, por exemplo, “o consumo de energia elétrica de uma residência, o gasto de combustível de um automóvel, em função do tempo”. (BRASIL, 2002, p. 63).

É abordado também no grupo da Representação e Comunicação, o item **análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia**. Nesta seção, tem-se como objetivo na área das Ciências da Natureza: “Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.” (BRASIL, 2002, p. 63).

Podemos ter como exemplo, trazendo para a disciplina de Física, a leitura de um manual de instalação de equipamento, a leitura e interpretação das características de aparelhos eletrodomésticos e/ou entender um texto de uma revista ou livro que tem uma linguagem científica. Temos como outro exemplo, referente ao item a cima:

> Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta. (BRASIL, 2002, p. 64).

Nota-se, segundo os documentos oficiais, que os objetivos para com os estudantes na disciplina de Física no Ensino Médio vão além de treiná-los para resolver exercícios e problemas matemáticos. Evidencia-se então que a formação pessoal e social dos alunos está em jogo e deve, portanto, ser levado em consideração no planejamento das atividades escolares.

Outra seção presente no bloco da Representação e Comunicação é a questão da **Elaboração de comunicações**. Que, na área das Ciências da Natureza, refere-se a “elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.” (BRASIL, 2002, p. 64).

Este item assegura que os estudantes devem ser capazes de apresentar com clareza e objetividade suas considerações sobre descrição de fenômenos ou eventos envolvendo conhecimentos físicos, e fazer o uso de forma correta e clara da linguagem da Física. Os alunos devem, por exemplo, desenvolver competências no que diz respeito à elaboração de relatórios que apresentem e discutam “dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada.” (BRASIL, 2002, p. 64).

Dando continuidade ao grupo da Representação e Comunicação, tem-se a presença do seguinte item: **Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia**. De acordo com esta seção, espera-se que os alunos possam desenvolver a capacidade de “analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.” (BRASIL, 2002, p. 64).

Trazendo para o âmbito da disciplina de Física, temos como competências a desenvolver nos alunos: a importância da compreensão e emissão de juízos próprios, expressos de forma crítica e analítica, sobre temas referentes à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias (BRASIL, 2002, p. 64). Bem como, desenvolver nos estudantes a capacidade de argumentação sobre os seus pontos de vista. Onde apresentem justificativas e razões claras e sólidas, “como, por exemplo, ao escrever uma carta solicitando ressarcimento dos gastos efetuados nos consertos de eletrodomésticos que se danificaram em consequência da interrupção do fornecimento de energia elétrica.” (BRASIL, 2002, p. 64).

Estar a par da linguagem da Física não é uma tarefa fácil, pois vai exigir dos alunos a construção de habilidades e hábitos próprios desta ciência ou das Ciências da Natureza como um todo, que vai demandar dos alunos tempo de prática para a internalização dessas qualidades. Em complemento, podemos observar que muitas vezes a linguagem científica distancia-se demasiadamente da realidade dos estudantes, apresentando conceitos e abstrações que normalmente não são compreendidos pelas pessoas no primeiro contanto com estes. Logo, se os alunos não conseguem aprender e apropriar-se desta linguagem de forma adequada e significativa, teremos, portanto, formando cidadãos com um *déficit linguístico científico* considerável, que pode apresentar barreiras à compreensão e ao exercício da cidadania destas pessoas.

Discutiremos agora o bloco referente à Investigação e Comunicação. Os Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco argumentam o seguinte a respeito deste grupo presente nos PCNs:

> A competência geral de “Investigação e Compreensão” é, sem dúvida, aquela que está mais fortemente associada à área e às disciplinas que a integram, uma vez que envolve medidas, escalas, construção de modelos representativos e explicativos, que contribuam para a compreensão de leis naturais e de sínteses teóricas, além de outros aspectos inerentes ao aprendizado científico. (PERNAMBUCO, 2013, p. 22).

Nesta seção, tem-se a presença do item referente às **Estratégias para enfrentamento de situações-problema**. Onde se espera que os alunos possam desenvolver, na área das Ciências da Natureza, a capacidade de “identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.” (BRASIL, 2002, p. 65).

Em complemento, este item apresenta as competências direcionadas à disciplina de Física. Onde se deseja que os estudantes possam desenvolver a qualidade de “Frente a uma situação ou problema concreto, **reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos**, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e **identificar as grandezas relevantes**, em cada caso.” (BRASIL, 2002, p. 65, grifo nosso).

O item referente às **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, objetiva na área das Ciências da Natureza, para serem desenvolvidas nos estudantes, as seguintes competências: “Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.” (BRASIL, 2002, p. 65). Ou seja, a proposta é que os alunos consigam, ao longo da caminhada escolar, desenvolver o seu pensamento científico, de modo a conseguir no seu dia a dia identificar as relações entre as grandezas e os fenômenos naturais ao seu redor, de tal maneira que reconheça suas regularidades, transformações e possíveis causas.

Sendo específico à disciplina de Física, espera-se que os alunos desenvolvam a capacidade de “Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões.” (BRASIL, 2002, p. 65). Por exemplo, se o aluno conhece a relação entre força e aceleração, poderá prever a distância percorrida por um carro depois de ser freado.

Outra competência a desenvolver nos alunos na disciplina de Física é a de “identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia.” (BRASIL, 2002, p. 65). Assim, por exemplo, os alunos poderão compreender que o uso do cinto de segurança e o fato de sermos “jogados” para o lado quando estivermos dentro de um carro que está fazendo uma curva está relacionado à lei da inércia.

Além do que foi exposto nos parágrafos anteriores, outra competência que está explicita nos PCNs no item sobre **Interações, relações e funções; invariantes e transformações** é a que refere à “Reconhecer a existência de invariantes que impõem condições sobre o que pode e o que não pode acontecer em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas.” (BRASIL, 2002, p. 65). Onde temos como exemplo a conservação da quantidade de movimento que pode ser utilizada na previsão do movimento de corpos após uma colisão ou explicar o equilíbrio de bicicletas e motos.

Dando continuidade, tem-se também nesta seção a seguinte competência:

> Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis. (BRASIL, 2002, p. 65).

O aluno pode, por exemplo, avaliar a potência que um motor de um automóvel precisa para subir uma ladeira ou questões sobre transformações de energia ligadas ao funcionamento de usinas elétricas.

E por fim, neste item, temos a competência de “reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas.” (BRASIL, 2002, p. 65). Por exemplo, o aluno pode reconhecer a relação entre a corrente elétrica que entra e a que sai de um resistor.

Além do que foi exposto até aqui, temos a presença, no grupo referente à Investigação e Compreensão, do item **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**. Que tem como qualidade geral a ser desenvolvida nos estudantes, tendo em vista a área das Ciências da Natureza: “Selecionar e utilizar instrumentos de

medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.” (BRASIL, 2002, p. 66).

Aqui, temos como competências direcionadas à disciplina de Física: “Fazer uso de formas e instrumentos de medida apropriados para estabelecer comparações quantitativas.” (BRASIL, 2002, p. 66). Onde se tem como exemplo, a compreensão por parte do aluno de escolher a melhor forma para se medir o comprimento de um campo de futebol ou do corte de uma folha de papel, ou da quantidade alimento necessária para se fazer um bolo.

Além do tópico acima, temos como competência, exposta na seção **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**: “Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões. Por exemplo, estimar o volume de água de um tanque ou uma piscina e o tempo necessário para esvaziá-los.” (BRASIL, 2002, p. 66). E, por último neste item, temos a presença da compreensão da necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para a construção de gráficos ou representações.

Outra seção referente à categoria da Investigação e Compreensão é a dos **Modelos explicativos e representativos**. Aqui se tem como competências voltadas a área das Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: “reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.” (BRASIL, 2002, p. 66).

Referente à disciplina de Física, temos as seguintes competências que se esperam que alunos desenvolvam:

> Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema. Por exemplo, utilizar modelos microscópicos do calor para explicar as propriedades térmicas dos materiais ou, ainda, modelos da constituição da matéria para explicar a absorção de luz e as cores dos objetos. (BRASIL, 2002, p. 66).

Outras competências explicitadas neste tópico referem-se a “Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação.” (BRASIL, 2002, p. 66). Por exemplo, utilizar o modelo de funcionamento de um gerador ou motor. Ainda neste tópico temos também a presença da competência que está relacionada à elaboração de modelos simplificados de situações, onde seja possível levantar hipóteses e fazer previsões. O aluno pode, por exemplo, levantar hipóteses sobre as possíveis causas de interrupção do fornecimento de energia elétrica no seu bairro.

Para finalizar o bloco referente à Investigação e Compreensão, discutiremos o tópico sobre as **Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e inter-áreas**. Nesta seção temos direcionada a área das ciências da natureza, a competência de “Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.” (BRASIL, 2002, p. 66).

Em relação à disciplina de Física, espera-se que o aluno desenvolva a competência de:

> construir uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da física para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada. Por exemplo, reconhecer que as forças elástica, viscosa, peso, atrito, elétrica, magnética etc. têm origem em uma das quatro interações fundamentais: gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca. (BRASIL, 2002, p. 66).

Ainda neste tópico, temos a qualidade a ser desenvolvida de “Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos.” (BRASIL, 2002, p. 66). Por exemplo, o aluno poderá desenvolver a compreensão de que a mecânica de Newton aplica-se a fenômenos em que os corpos se movem com velocidades baixas em relação à velocidade da luz, enquanto o modelo microscópico da matéria permite compreender fenômenos como o efeito fotoelétrico.

Em complemento, esta seção apresenta competências no que diz respeito a “Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida.” (BRASIL, 2002, p. 66).

Por fim, este tópico apresenta as seguintes competências, onde é evidenciado a proposta do conceito da interdisciplinaridade nas disciplinas das Ciências da Natureza: reconhecimento da generalidade e o significado específico de um conceito em cada ciência; “reconhecer, na análise de um mesmo fenômeno, as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos.” (BRASIL, 2002, p. 67).

Sobre o grupo referente à Contextualização Sociocultural, temos que este é o bloco que mais incorpora e relaciona elementos referentes à área das Ciências Humanas, pois “os conhecimentos científicos e tecnológicos são resultado

de atividade humana e, portanto, historicamente construídos, desenvolvidos em contextos situados socialmente.” (PERNAMBUCO, 2013, p. 21).

Um de seus tópicos se refere à **Ciência e tecnologia na história,** que tem como competência a ser desenvolvida na área das Ciências da Natureza: “compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.” (BRASIL, 2002, p. 67).

No que diz respeito à disciplina de Física. Temos a seguinte competência: “Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época.” (BRASIL, 2002, p. 67). O aluno pode, por exemplo, compreender a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, levando em consideração as características sociais, religiosas e políticas da época.

Outra competência diz respeito a “Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas.” (BRASIL, 2002, p. 67). Ou seja, os alunos poderão compreender que a Física não é uma ciência detentora de certezas definitivas e que esta é fruto de um desenvolvimento histórico.

Continuando a discussão sobre o bloco da **Ciência e tecnologia na história**, temos a seguinte qualidade a ser desenvolvida nos alunos do ensino médio: “Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época.” (BRASIL, 2002, p. 67).

O conhecimento do desenvolvimento histórico da tecnologia é essencial para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes.

Para finalizar este bloco referente à **Ciência e tecnologia na história,** temos nos PCNs a presença da seguinte competência a ser desenvolvida nos alunos:

> Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Muitas vezes, a tecnologia foi precedida pelo desenvolvimento da Física, como no caso da fabricação de lasers, ou, em outras, foi a tecnologia que antecedeu o conhecimento científico, como no caso das máquinas térmicas. (BRASIL, 2002, p. 67).

Outra seção presente no grupo referente à Contextualização Sociocultural se refere **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**. Que tem a seguinte qualidade geral a ser desenvolvida nos estudantes na área das Ciências da Natureza: “Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.” (BRASIL, 2002, p. 68).

No que diz respeito à disciplina de Física, temos as seguintes competências:

> Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana. (BRASIL, 2002, p. 68).

Nesta mesma seção temos a presença de outra qualidade importante a ser desenvolvida nos alunos da educação básica que está relacionada a questões como divulgação e educação científica, que é:

> Promover e interagir com meios culturais e de difusão científica, por meio de visitas a museus científicos ou tecnológicos, planetários, exposições etc., para incluir a devida dimensão da Física e da ciência na apropriação dos espaços de expressão contemporâneos. (BRASIL, 2002, p. 68).

E para finalizar a seção referente à **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**, os PCNs destacam a importância da compreensão de como a Física e a tecnologia influenciam nossa maneira de interpretar o mundo.

Outra seção presente nos PCNs se refere à **Ciência e tecnologia na atualidade**. Onde destaca a ser desenvolvida na área das Ciências da Natureza a seguinte competência: “Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.” (BRASIL, 2002, p.68).

No que diz respeito ao ensino de Física, temos:

> Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, estabelecendo contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, por meio de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, nas novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações; ou, ainda, na área de comunicações, com os microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, tevê a cabo. (BRASIL, 2002, p. 68).

Para finalizar o grupo referente à Contextualização Sociocultural, temos a presença nos PCNs da seção **Ciência e tecnologia, ética e cidadania**. Que

discute sobre a questão do “Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.” (BRASIL, 2002, p. 68).

No que se refere à disciplina de Física, os PCNs expõem sobre a seguinte competência a ser desenvolvida nos alunos:

> Compreender a responsabilidade social que decorre da aquisição de conhecimento, sentindo-se mobilizado para diferentes ações, seja na defesa da qualidade de vida, da qualidade das infra-estruturas coletivas, ou na defesa de seus direitos como consumidor. (BRASIL, 2002, p. 68).

Ou seja, pretende-se que os alunos compreendam o papel de responsabilidade social que eles têm e que ajam em prol da qualidade de vida e do coletivo social.

Outro tópico presente na seção **Ciência e tecnologia, ética e cidadania** se refere à:

> Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor. (BRASIL, 2002, p. 68).

Este tópico se refere, por exemplo, à participação dos alunos em assuntos relacionados à preservação do ambiente e manutenção das condições de vida da cidade deste estudante.

Outra competência presente nesta seção diz respeito ao reconhecimento dos efeitos (benéficos ou maléficos) que advém do desenvolvimento tecnológico. Seguindo essa mesma linha de raciocínio, temos a presença da seguinte competência:

> Reconhecer, em situações concretas, a relação entre Física e ética, seja na definição de procedimentos para a melhoria das condições de vida, seja em questões como do desarmamento nuclear ou em mobilizações pela paz mundial. (BRASIL, 2002, p. 68).

Nota-se a partir do que foi explicitado anteriormente que as competências no que diz respeito a valores éticos científicos também são importantes qualidades a serem desenvolvidas nos alunos do ensino médio. Se houve e há um grande avanço da ciência e da tecnologia, cabe a nós também avançarmos como humanos em nossas convicções de maneira a manter a qualidade de vida do homem e a manutenção da vida ambiental que nos cerca.

Depois desta longa descrição das competências e habilidades em Física que se espera desenvolver nos estudantes do ensino médio, podemos nos perguntar se realmente tais objetivos estão sendo alcançados nas nossas práticas escolares. A promoção de todas essas qualidades expostas anteriormente serão frutos de um “contínuo processo que ocorre por meio de ações e intervenções concretas, no dia-a-dia da sala de aula, em atividades envolvendo diferentes assuntos, conhecimentos e informações.” (BRASIL, 2002, p. 69). Diante de todas as dificuldades que as nossas escolas apresentam, tanto de investimento de capital financeiro como de gestão dos recursos direcionados à educação, bem como no que tange ao ofício pedagógico, é muita ingenuidade nossa pensar que todas esses objetivos serão alcançados. Porém, nada impede de continuarmos tentando ao máximo conseguir tal plenitude para que tenhamos sucesso nas atividades educacionais em Física neste nível de ensino.

Diante de tudo que foi apresentado sobre as habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores desejados para o estudante de Física de ensino médio, que competências esperamos desenvolver nos alunos no que diz respeito às leis de Newton. Para tal, iremos fazer uso do que os Parâmetros Curriculares de Física do Ensino Médio do Estado de Pernambuco, que discute sobre o tema em questão, têm a dizer. Segundo este documento:

> O objetivo principal do processo formal de escolarização é estimular e promover o desenvolvimento de habilidades e competências que permitam aos estudantes a mobilização de conhecimentos, para encontrar soluções de situações-problema. (PERNAMBUCO, 2013, p. 32).

No documento, tais qualidades estão expressas como expectativas de aprendizagem (EA) e estas estão categorizadas de acordo com os chamados Temas Estruturantes: Movimento, Variações e Conservações; Universo, Terra e Vida; Calor, Ambiente e Usos da Energia; Som, Imagem e Informação; Equipamentos Elétricos e Telecomunicações; Matéria e Radiação.

Tendo como base o Tema Estruturante Movimento, Variações e Conservações, vemos a presença do tópico leis de Newton nos itens EA14, EA15, EA17 e EA19, que são:

> EA14. Reconhecer a força como uma ação que produz uma variação na quantidade de movimento dos corpos.
> EA15. Aplicar as Leis de Newton em situações-problema descritas em relação a um referencial inercial.

> EA17. Associar a mudança no estado de movimento de um corpo à ação de forças e torques sobre ele, utilizando as leis de Newton, para explicar tanto a translação como a rotação.
> EA19. Explicar a condição de equilíbrio de um objeto em termos da resultante das forças e dos toques agindo sobre ele. (PERNAMBUCO, 2013, p. 44 - 45).

Como podemos perceber, todas essas expectativas de aprendizagem possuem características bem específicas relacionadas às leis de Newton. Se nos atentarmos para os itens EA14, EA17 e EA19 veremos que estes se referem principalmente aos aspectos relacionados à segunda lei de Newton, que é a que normalmente costuma ser utilizada como parâmetro avaliativo sobre o tema leis de Newton no ensino médio. Já a expectativa de aprendizagem EA15 engloba todas as leis de Newton de modo que estas sejam utilizadas na resolução de situações-problema em relação a um referencial inercial.

Diante de tudo o que foi exposto até aqui, podemos concluir que os PCNs e Parâmetros Estaduais (Pernambuco) apresentam uma ampla gama de habilidades, competências, valores e atitudes que se espera que os alunos no ensino médio desenvolvam, contribuindo assim para a formação científica destes. Contudo, será que estas qualidades são levadas em consideração quando os professores avaliam seus alunos?

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 AVALIAÇÃO DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO MÉDIO - ANÁLISE SOBRE O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

No âmbito das políticas públicas educacionais no Brasil, o ensino médio era considerado como o nível de ensino mais esquecido e, até meados da década de 80, tido como um segmento destinado à educação das elites (CASTRO, 2005, p. 115). Contudo, houve a partir da década de 90 um grande movimento no sentido de democratização e universalização desse nível de ensino. Nesse período é inaugurado “um novo ciclo da educação brasileira, com a democratização do acesso ao ensino fundamental e a extraordinária expansão do nível médio.” (CASTRO, 2005, p. 115).

Diante das várias medidas que foram sendo tomadas na década de 1990 objetivando um processo de democratização do ensino médio no Brasil e com implantação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (lei 9.394) aprovada em 1996, este nível de ensino torna-se componente integrante da educação básica no Brasil, cujo conceito está ancorado na ideia de “educação para todos” proposta na conferência de Jomtien de 1990. Com esse crescente processo de universalização do ensino médio surge em 1998 um novo sistema de avaliação responsável por avaliar o desempenho dos estudantes do ensino médio de todas as escolas do país: o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

De acordo com Castro:

> Seu objetivo principal é proporcionar uma avaliação do desempenho dos alunos, ao término da escolaridade básica, segundo uma estrutura de competências associadas aos conteúdos disciplinares, que se espera tenha sido incorporada pelo aluno, para fazer frente aos crescentes desafios da vida moderna. (CASTRO, 2005, p. 131).

Afinal de contas, o que é avaliado no Enem? As habilidades que são avaliadas no Exame são fundamentadas nas Matrizes de Referência do Enem. A partir delas são elaborados os itens das provas. Entre 1998 e 2008 as provas eram estruturadas a partir de uma matriz de 21 habilidades e compostas por 63 itens interdisciplinares. De 2009 até os dias atuais, o conteúdo presente no Exame é definido a partir de Matrizes de Referência em quatro áreas do conhecimento:

> - Linguagens, códigos e suas tecnologias – Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol), Artes, Educação Física, e Tecnologias da Informação e Comunicação.
> - Matemática e suas tecnologias.
> - Ciências da Natureza e suas tecnologias – Química Física e Biologia.
> - Ciências Humanas e suas tecnologias – Geografia, História, Filosofia e Sociologia. (BRASIL, 2018).

O nosso objetivo aqui é analisar e discutir como o Enem aborda as questões referentes às leis de Newton, que está dentro da área das Ciências da Natureza e suas tecnologias, levando em consideração as competências e habilidades propostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais e Estaduais (PE). Para tal, serão analisadas as provas do Enem realizadas de 1998 até 2017. Antes de darmos sequência, faremos aqui uma breve explanação sobre as leis de Newton.

De acordo com Thornton e Marion (2011, p. 44), um enunciado simples das três leis de Newton são:

1. Um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme, exceto sob atuação de uma força.
2. Um corpo sob a atuação de uma força se move de tal forma que a taxa temporal de variação da quantidade de movimento se iguala à força.
3. Se dois corpos exercem forças entre si, essas forças serão iguais em magnitude e opostas em termos de sentido.

A segunda lei de Newton costuma ser expressa no ensino médio no Brasil de acordo com a igualdade entre a força resultante na qual o corpo está sendo submetida com o produto da massa desse corpo pela sua aceleração, pois a grande maioria dos currículos desse nível de ensino no Brasil não incluem tópicos referentes ao cálculo diferencial e integral, “retirado do ensino médio por volta de 1960, sendo hoje, somente abordado no ensino superior.” (SPINA-CORCOLL; BASSANEZI, 2002, p. 19).

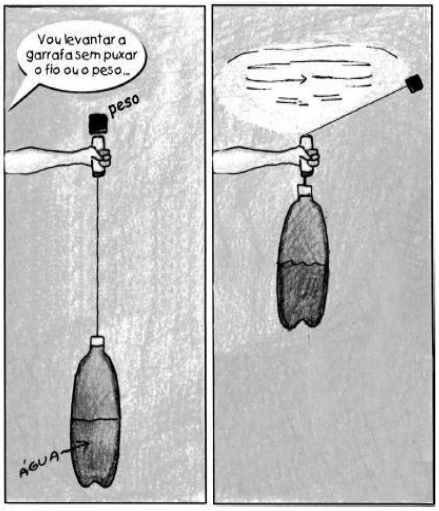
De acordo com o que foi analisado do Exame Nacional, o Enem apresentou um total de cinco questões que abordam o tema leis de Newton, que são os itens Q. 15 do exame aplicado em 2005, Q. 55 do exame aplicado em 2012, Q. 82 do exame aplicado em 2014, Q. 82 do exame aplicado em 2015 e a questão Q. 82 do exame aplicado em 2016.

15

Observe o fenômeno indicado na tirinha ao lado.

A força que atua sobre o peso e produz o deslocamento vertical da garrafa é a força

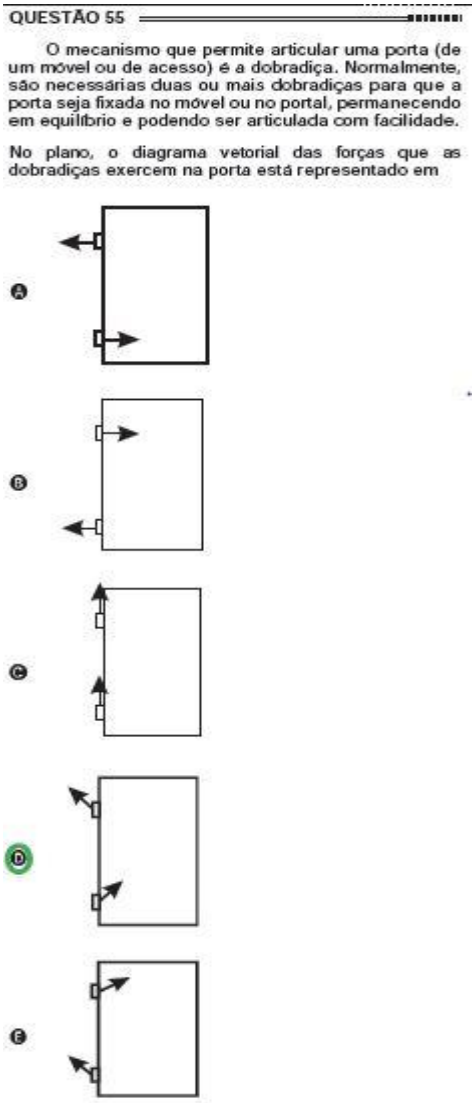
(A) de inércia.
(B) gravitacional.
(C) de empuxo.
(D) centrípeta.
(E) elástica.



(Adaptado. Luisa Daou & Francisco Caruso, *Tirinhas de Física*, vol. 2, CBPF, Rio de Janeiro, 2000.)

Figura 1 – Questão 15 do Enem de 2005.

Do item Q. 15 do exame aplicado em 2005, observamos que aqui, no que se refere às leis de Newton, é exigido uma abordagem estritamente conceitual do fenômeno exposto. Onde a noção de forças presentes no sistema em questão ajuda o estudante na resolução do problema proposto. Tal abordagem e nível de exigência encontrada nesta questão têm relações com o item **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, presente nos PCN + no grupo da Representação e Comunicação, onde requer a construção e interpretação de um diagrama vetorial de forças para a identificação destas grandezas na situação proposta. Tem-se a presença do item **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, presente no grupo da Investigação e Compreensão, onde se espera que o estudante possa identificar as informações ou variáveis relevantes no problema e utilizar as possíveis estratégias para resolvê-lo. Pode-se perceber também a presença dos itens: **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, na medida em que o estudante identifica a relação entre as forças presentes no problema em questão e consegue estabelecer a causa do deslocamento vertical da garrafa. **Modelos explicativos e representativos**, na medida em que o aluno vai fazer uso de um modelo explicativo na interpretação do fenômeno apresentado.



QUESTÃO 55

O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em

A

B

C

D

E

Figura 2 - Questão 55 do Enem de 2012.

No item Q. 55 do exame de 2012, o problema exige a construção por parte do estudante de um diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem nas portas mostradas na Figura 2. Tomando como referência as competências explicitadas nos PCN+, vemos que neste problema é exigido do estudante habilidades que estão relacionadas ao item **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, onde se pede a construção de um diagrama vetorial de forças para a resolução do problema proposto. Temos também a presença do item **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, que exige do estudante a capacidade de identificar as informações e as variáveis relevantes no problema e suas possíveis estratégias para resolvê-lo. E competências no que diz respeito aos **Modelos explicativos e representativos** utilizados na interpretação do problema proposto.

Note que nem o item Q. 15 do exame de 2005, nem o item Q. 55 do Enem de 2002 exigiu dos estudantes a elaboração de cálculos matemáticos. Nestes casos, foram necessários essencialmente competências no que diz respeito à interpretação das forças presentes nos sistemas e suas configurações perante os problemas propostos, e a utilização dos modelos explicativos e representativos para abordar o problema em questão.

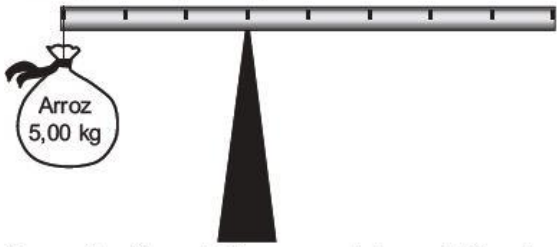
Figura 3 - Questão 82 do Enem de 2014.

A questão Q. 82 do Enem de 2014 também exige do estudante uma abordagem mais qualitativa do problema. Temos a presença do item **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, onde o estudante pode construir e interpretar um diagrama vetorial de forças para a identificação apenas da força gravitacional atuando sobre o coelhinho, de modo que não há forças dissipativas ou tangenciais e que, consequentemente, a aceleração tangencial é nula. Como nas

questões anteriormente analisadas, vemos a exigência nesse problema de competências do item **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que se refere à identificação na situação-problema das informações relevantes para a resolução desta questão. Como também observamos a exigência de competências no que diz respeito ao item **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que tange à identificação da relação existente entre as grandezas forças, aceleração e velocidade envolvidas. E competências no que se refere aos **Modelos explicativos e representativos**, no que diz respeito ao reconhecimento e utilização do modelo representativo para resolver o problema proposto.

QUESTÃO 82

Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra utilizando esses objetos. Para isso, os alunos fizeram marcações na barra, dividindo-a em oito partes iguais, e em seguida apoiaram-na sobre a base triangular, com o saco de arroz pendurado em uma de suas extremidades, até atingir a situação de equilíbrio.



Nessa situação, qual foi a massa da barra obtida pelos alunos?

A) 3,00 kg
B) 3,75 kg
C) 5,00 kg
D) 6,00 kg
E) 15,00 kg

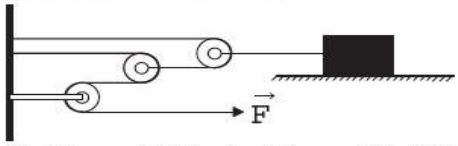
Figura 4 - Questão 82 do Enem de 2015.

A questão Q. 82 do exame aplicado em 2015 exige que o estudante utilize a expectativa de aprendizagem EA19, presente nos Parâmetros Estaduais de Pernambuco, que está relacionada a “explicar a condição de equilíbrio de um objeto em termos da resultante das forças e dos torques agindo sobre ele.” (PERNAMBUCO, 2013, p. 44). No âmbito dos Parâmetros Nacionais, temos que esta questão vai demandar do estudante competências que estão presentes no item **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que se refere ao reconhecimento e utilização adequada das unidades de medidas presentes na

questão. Temos também a presença do item **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, no que diz respeito à leitura, interpretação e articulação do esquema e equações do problema. O item **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que diz respeito à utilização dos instrumentos de cálculo na interpretação dos resultados. **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, relacionada à identificação da situação-problema e das informações relevantes para a resolução da questão. Como o Enem visa contemplar todos os conteúdos que estão presentes nos currículos do ensino médio, o estudante deve mobilizar seus esquemas cognitivos e estratégias para resolver os problemas que são a ele propostos, o que exige dele um bom domínio sobre os conteúdos. Observamos também, nesta questão, a exigência de competências no que diz respeito ao item **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, que está relacionado ao reconhecimento da relação entre as forças e torques resultantes e as massas envolvidas no problema. Há também o requerimento de competências no que se refere aos **Modelos explicativos e representativos**, no que diz respeito à interpretação e ao uso do modelo explicativo adequado para estudar o fenômeno em questão.

QUESTÃO 82

Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens. Suponha que a massa do navio era de 3 000 kg, que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força $\vec{F}$, paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N. Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s² e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.



Disponível em: www.histedbr.fae.unicamp.br. Acesso em: 28 fev. 2013 (adaptado).

O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi

A 3.
B 6.
C 7.
D 8.
E 10.

Figura 5 - Questão 82 do Enem de 2016.

E por fim, temos a questão Q. 82 do Enem de 2016, que exige do estudante conhecimentos relacionados às forças e a implicação do uso de polias nas forças que são aplicadas. Levando em consideração as competências e habilidades expostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para com os estudantes, podemos perceber que este tipo de problema vai exigir destes o que é apresentado nos itens: **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que se refere ao reconhecimento e utilização adequada dos símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física; **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, no que diz respeito à leitura, interpretação e articulação do esquema e equações do problema; **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que se refere à utilização dos instrumentos de cálculo na interpretação dos resultados; **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, relacionada à identificação da situação-problema e das informações relevantes para a resolução da questão; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere ao reconhecimento da relação existente entre as forças e o uso de polias; **Modelos explicativos e representativos**, no que se refere à interpretação e ao uso do modelo explicativo adequado para analisar o problema proposto.

A partir do que foi analisado nesta seção e levando em consideração o que foi discutido sobre os Parâmetros Nacionais e Estaduais (PE), podemos perceber que o Enem tem dado grande ênfase às competências presentes no grupo referente à Investigação e Compreensão, uma vez que as questões discutidas envolvem habilidades no que diz respeito à utilização correta de instrumentos de cálculo, utilização de modelos explicativos e representativos, à capacidade de identificar fenômenos e grandezas, e identificar variáveis relevantes e possíveis estratégias para solução de problemas. Normalmente são estas competências que são trabalhadas nas atividades escolares na disciplina de Física. É importante destacar que, entre as três leis de Newton, a segunda foi a que ganhou maior destaque nas questões analisadas do Enem, sendo exigida a utilização de seus conceitos na forma de diagrama vetorial de forças nas questões apresentadas.

Os aspectos relacionados ao grupo da Representação e Comunicação, no que diz respeito ao item **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, foram exigidos em todas as questões. Este item do grupo está presente nestas questões, pois está relacionado a questões como leitura, articulação e

interpretação de símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações, sejam elas sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas, conforme deixam claros os PCNs (2002, p. 63).

É importante notar ainda que os aspectos e características relacionados ao grupo referente à Contextualização Sociocultural não foram abordados nas questões sobre as leis de Newton elaboradas nesses exames. Não foram exigidas competências no que se refere às particularidades presentes neste bloco, que são: compreensão do conhecimento científico como resultados de uma construção humana; compreensão da ciência como parte integrante da cultura humana contemporânea; reconhecimento do desenvolvimento tecnológico contemporâneo e seu papel na vida humana; reconhecimento do caráter ético do conhecimento científico e utilização desse conhecimento no exercício da cidadania.

O Quadro 1 apresenta a conexão entre as questões do Enem e os itens relacionados às competências e habilidades presentes nos PCNs. Note que as questões Q. 82 do Enem de 2015 e Q. 82 do Enem de 2016 foram as que apresentaram uma maior quantidade de competências presentes nos itens dos PCNs, um total de 6. Em seguida, temos as questões Q. 15 do Enem de 2005 e Q. 82 do Enem de 2014 com 4, e a questão Q. 55 do Enem de 2012 com 3.

	Grupos exigidos	Itens referentes às Competências e habilidades (PCNs)
Q. 15 - 2005	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão	1 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 2 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 3 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 4 - Modelos explicativos e representativos.
Q. 55 – 2012	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão	1 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 2 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 3 - Modelos explicativos e representativos.
Q. 82 – 2014	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão	1 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 2 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 3 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 4 - Modelos explicativos e representativos.
Q. 82 – 2015	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 3 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 4 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 5 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 6 - Modelos explicativos e representativos.
Q. 82 – 2016	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 3 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 4 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 5 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 6 - Modelos explicativos e representativos.

Quadro 1 – Eixo vertical: Questões analisadas nos exames. Eixo horizontal: grupos exigidos; itens referentes às competências e habilidades presentes nos PCNs.

3.2 ANÁLISE SOBRE AS PROVAS E JUSTIFICATIVAS ELABORADAS PELOS ALUNOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFPE DO CAMPUS CAA

Será apresentada agora a análise referente às provas, com as justificativas para cada questão escolhida, que os alunos do curso de licenciatura em Física da UFPE elaboraram. Foram recebidas um total de oito provas contendo as justificativas para a escolha de cada item. Foi solicitado também que os participantes da pesquisa informassem se já haviam lecionado no ensino médio.

A seguir apresentamos as questões elaboradas pelos participantes juntamente com as suas justificativas no que diz respeito à escolha destes itens levando em consideração as competências e habilidades que estes esperam avaliar em seus estudantes.

Participante P1:

Você já leciona no ensino médio? Não.

PROVA: LEIS DE NEWTON

1. Descreva, com suas palavras as 3 Leis de Newton, utilizando exemplos que ocorrem em seu dia-a-dia.

Justificativa apresentada: "A questão tem a finalidade de analisar se o aluno adquiriu a capacidade de relacionar os conceitos apresentados em sala de aula, com o seu dia-a-dia."

2. Sendo $\vec{F}$ a resultante das forças que atuam numa partícula e $\vec{a}$ a aceleração dessa partícula, indique se as afirmações a seguir são verdadeiras (V) ou falsas (F):

a. $\vec{F}$ e $\vec{a}$ podem ter direções diferentes.
b. $\vec{F}$ e $\vec{a}$ tem sempre a mesma direção, mas podem ter sentidos diferentes.
c. $\vec{F}$ e $\vec{a}$ tem sempre a mesma direção e sentido.

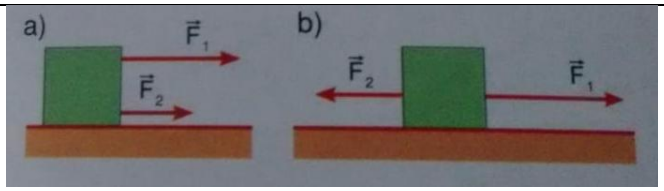
Justificativa apresentada: "Na física, ao estudarmos grandezas vetoriais, devemos possuir conhecimento sobre vetores, como também suas implicações na grandeza estudada. Ao falarmos de força e aceleração, grandezas encontradas na forma básica da segunda lei de Newton, é preciso analisar se o aluno entende a grandeza estudada em sua forma vetorial."

3. Se a resultante das forças que atuam numa partícula é nula, podemos afirmar que:

a. A partícula pode executar um movimento circular uniforme.
b. A partícula está necessariamente em repouso.
c. A partícula não pode estar em movimento retilíneo.
d. A partícula pode estar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

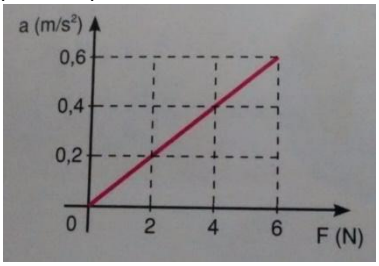
Justificativa apresentada: "O conceito de força resultante vai ser bastante utilizado no estudo da mecânica, então fixar seus conceitos básicos é muito importante, para que o aluno, não venha apresentar dificuldade futuras, assim a questão visa averiguar o entendimento deste conceito."

4. Em cada caso representado a seguir, são aplicadas as forças $\overrightarrow{F_1}$ e $\overrightarrow{F_2}$ a um bloco de massa 2,0 kg que estava inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito. Desprezando a resistência do ar, calcule em cada caso a aceleração adquirida pelo bloco, sabendo que $\left|\overrightarrow{F_1}\right| = 20N$ e $\left|\overrightarrow{F_2}\right| = 12N$.



Justificativa apresentada: “Nesta questão, é possível analisar se o aluno, tendo como base os conceitos trabalhos e abordados nas três primeiras questões, consegue reunir esse conhecimento em uma aplicação simples da segunda lei de Newton. Nessa questão, torna-se possível também analisar, dificuldades do aluno, no que diz respeito a matemática básica.”

5. Um corpo de massa m pode se deslocar ao longo de uma reta horizontal sem encontrar qualquer resistência. O gráfico representa a aceleração, a, desse corpo, em função do módulo (intensidade), F, da força aplicada, que atua sempre na direção da reta horizontal. A partir do gráfico, é possível concluir que a massa do corpo, em kg, é igual a:
a. 10,0 b. 6,0 c. 2,0 d. 0,4 e. 0,1



Justificativa apresentada: “O foco desta questão é a aplicação da segunda Lei de Newton, contudo diferentemente da questão anterior, nesta visamos analisar os conhecimentos relacionados a análise de gráfico do aluno.”

Diante do que foi apresentado pelo participante P1, vemos que este mesclou, ao longo da prova elaborada, elementos que englobam mais a primeira e a segunda lei de Newton, abordando a terceira lei somente na primeira questão. Tais questões possuem características que estão relacionadas aos seguintes itens presentes nos PCNs: **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que diz respeito à utilização correta de nomenclaturas de grandezas da Física; **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, no que se refere à interpretação de esquemas, diagramas e gráficos apresentados; **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que diz respeito à utilização correta dos instrumentos de cálculo para os problemas propostos; **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que diz respeito à identificação das variáveis relevantes da situação-problema; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere, por exemplo, à identificação da

relação existente entre as grandezas força e aceleração; **Modelos explicativos e representativos**, na utilização de modelos explicativos referentes às leis de Newton; **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**, no que se refere à compreensão da presença das leis de Newton no mundo cotidiano dos estudantes.

De acordo com as justificativas apresentadas pelo participante P1, percebemos que este utilizou a prova em questão para analisar aspectos que se referem à capacidade dos estudantes de relacionar os conceitos sobre as leis de Newton com os seus cotidianos, a competência sobre a utilização correta de grandezas vetoriais, o conhecimento sobre força resultante e sua implicação para o movimento do corpo, aplicação da segunda lei de Newton e o tratamento matemático para com esta lei, e a interpretação, compreensão e análise de gráfico pelo estudante.

Participante P2:

- Você já leciona no ensino médio?
  - Sim. Sou professor do Ensino Médio desde 2009, com um pequeno intervalo onde fiquei apenas no Ensino Fundamental em 2010 e 2011.

PROVA: LEIS DE NEWTON

1º) (Bill Watterson. Calvin e Haroldo.) Assinale a alternativa que contém um exemplo de aplicação da Primeira Lei de Newton.
a) Um livro apoiado sobre uma mesa horizontal é empurrado horizontalmente para a direita com uma força de mesma intensidade da força de atrito que atua sobre ele, mantendo-o em movimento retilíneo e uniforme.
b) Quando um tenista acerta uma bola com sua raquete, exerce nela uma força de mesma direção e intensidade da que a bola exerce na raquete, mas de sentido oposto.
c) Em uma colisão entre duas bolas de bilhar, a quantidade de movimento do sistema formado por elas imediatamente depois da colisão é igual à quantidade de movimento do sistema imediatamente antes da colisão.
d) Em um sistema de corpos onde forças não conservativas não realizam trabalho, só pode ocorrer transformação de energia potencial em cinética ou de energia cinética em potencial.
e) Se a força resultante que atua sobre um carrinho de supermercado enquanto ele se move tiver sua intensidade dobrada, a aceleração imposta a ele também terá sua intensidade dobrada.

Justificativa apresentada: “onde na questão 1 podemos notar qual a percepção do aluno quanto a primeira lei de Newton, onde ele poderia aplicar a definição de inércia com situações do dia-a-dia dele, mostrando se de fato ele consegue associar conceitos teóricos com situações práticas e mostrar onde esses conceitos se aplicam.”

2º) (Cefet-MG) Um veículo segue em uma estrada horizontal e retilínea e o seu velocímetro registra um valor constante. Referindo-se a essa situação, assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F) para as falsas.

( ) A aceleração do veículo é nula.
( ) A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.
( ) A força resultante que atua sobre o veículo tem o mesmo sentido do vetor velocidade.
A sequência correta encontrada é
a) V F F.
b) F V F.
c) V V F.
d) V F V.

Justificativa apresentada: “Na questão 2 ele pode demonstrar se consegue tanto associar as ideias da primeira lei, onde o movimento é inercial quanto pensar na segunda lei com uma situação onde a aceleração é nula, mostrando também que ele sabe definir o que é aceleração e não apenas pegar um valor para substituir em uma fórmula.”

3º) O peso de um objeto na lua é de 48 N. Determine o peso desse objeto na Terra.
Dados: Gravidade da Terra = 10 m/s^2; Gravidade da lua = 1,6 m/s^2.
a) 350 N b) 300 N c) 200 N d) 150 N e) 50 N

Justificativa apresentada: “Na questão 3 o objetivo é observar o conhecimento matemático do aluno, sem muita interpretação, apenas uma substituição simples em uma fórmula.”

4º) Uma folha de massa igual 0,3 g cai de uma árvore com velocidade constante. Determine a força resultante sobre essa folha, sabendo que ela está sujeita à força de resistência do ar. Dado: a aceleração da gravidade tem valor igual a 9,8 m/s^2.

Justificativa apresentada: “A questão 4, por sua vez, observa se o aluno consegue associar as mesmas definições que ele viu na questão 2, porém agora como a questão traz valores numéricos, os alunos tendenciosos acabam buscando simplesmente substituir em fórmulas, enquanto os alunos mais atentos notam que não é necessário.”

5º) (PUC-MG) Um automóvel, com uma massa de 1200 kg, tem uma velocidade de 72 km/h quando os freios são acionados, provocando uma desaceleração constante e fazendo com que o carro pare em 10 s, a força aplicada ao carro pelos freios vale, em newtons:
a) 3600 b) 2400 c) 1800 d) 900

Justificativa apresentada: “Por último, a questão 5 busca observar conceitos anteriores ao conteúdo em questão, como mudanças de unidades de medida e cálculos cinemáticos (onde ele precisa calcular a aceleração antes de pensar na segunda lei de newton), associando esses conceitos as leis estudadas.”

Aqui, o participante P2 mesclou, ao longo da prova elaborada, elementos que englobam apenas a primeira e a segunda lei de Newton. As questões

apresentadas pelo participante P2 possuem características que estão relacionadas aos seguintes itens presentes nos PCNs: **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que diz respeito à utilização correta de nomenclaturas de grandezas da Física e conhecimento das unidades de medida; **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que diz respeito à utilização correta dos instrumentos de cálculo para os problemas propostos; **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que diz respeito à identificação das variáveis relevantes da situação-problema; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere, por exemplo, à identificação da relação entre força, massa e aceleração; **Modelos explicativos e representativos**, na utilização de modelos explicativos referentes às leis de Newton; **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**, no que se refere à compreensão da presença das leis de Newton no mundo cotidiano dos estudantes.

Segundo as justificativas apresentadas pelo participante P2, vemos que este levou em consideração aspectos como a análise da percepção dos estudantes sobre a primeira lei, a comparação entre a primeira e a segunda lei de Newton, o conhecimento matemático do aluno, a capacidade dos estudantes de usar fórmulas, mudanças de unidade de medida e cálculos de cinemática.

Participante P3:

Você já leciona no ensino médio? Não.

PROVA: LEIS DE NEWTON

1º) O que é uma força resultante?

Justificativa apresentada: “questão conceitual para a verificação da aprendizagem de um dos conceitos fundamentais da temática.”

2º) Se sobre um bloco de 30 kg é aplicada uma força de 360 N, segundo a 2º lei de Newton qual é o modulo da aceleração a qual esse bloco está sujeito?

Justificativa apresentada: “questão de simples resolução aplicada com o intuito de analisar o aprendizado de conceitos básicos.”

3º) Quais são as resultantes máximas e mínimas da combinação de duas forças de intensidade 60 N e 40 N?

Justificativa apresentada: “questão também de fácil resolução que traz um importante elemento da dinâmica que é a soma vetorial.”

4º) Qual a força resultante que atua sobre um corpo que cai em queda livre sobre a superfície de um planeta?

Justificativa apresentada: “questão conceitual acerca da força gravitacional.”

5º) Se o bloco A de massa 2 kg e o bloco B de massa 3 kg estão em contato um do lado do outro, em um dado instante é aplicada uma força no bloco A no sentido do bloco B de intensidade 5 N. Qual intensidade da força de contato entre os blocos?

Justificativa apresentada: “questão que busca verificar a compreensão acerca do aprendizado da 3º lei de Newton.”

O participante P3 abordou os aspectos relacionados apenas à segunda e terceira lei de Newton, dando mais ênfase a segunda lei. As questões trazidas pelo participante P3 possuem aspectos que se relacionam aos seguintes itens dos PCNs: **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que diz respeito à utilização correta de nomenclaturas de grandezas da Física; **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que diz respeito à utilização correta dos instrumentos de cálculo para os problemas propostos; **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que diz respeito à identificação das grandezas relevantes da situação-problema; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere, por exemplo, à relação entre força e aceleração; **Modelos explicativos e representativos**, na utilização de modelos explicativos referentes às leis de Newton.

De acordo com o que foi apresentado como justificativas pelo participante P3, podemos observar que esse busca verificar a aprendizagem do estudante no que diz respeito à ideia de força resultante, o que é chamado por ele de conceitos fundamentais da temática ou conceitos básicos, aos aspectos relacionados à soma vetorial e ao aprendizado da terceira lei de Newton.

Participante P4:

Você já leciona no ensino médio? Não.

PROVA: LEIS DE NEWTON

1°) Leia o texto a seguir:

“Se nenhuma força atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer uma aceleração.”

O texto lido se refere a uma determinada lei de Newton. Marque X nas opções que

mostram como essa lei é conhecida ou chamada:
( ) Lei da inércia ( ) Força normal ( ) 1° lei de Newton ( ) 2° lei de Newton
( ) 3° lei de Newton

Justificativa apresentada: “Nessa questão esperasse que os alunos identifiquem que esse texto se refere a lei da inércia, marcando assim a primeira opção. Eles também devem marcar a terceira opção, pois a lei da inércia também é conhecida como primeira lei de newton.”

2°) Um exemplo simples que nos ajuda a entender a 3° lei de Newton é quando analisamos as forças que atuam ao empurrarmos uma parede. Use suas palavras para explicar como a 3° lei de Newton atua nesse caso:

Justificativa apresentada: “Nesse item esperasse que os alunos possam explicar a terceira lei de Newton a partir de uma situação prática vivenciada no seu dia - a - dia.”

3°) Imagine um astronauta em uma nave no espaço. Se o astronauta sai de sua nave (no espaço vazio) como ele consegue se afastar ou se aproximar da nave?

Justificativa apresentada: “Essa questão é para analisar se os alunos conseguem relacionar esse problema com a terceira lei de Newton.”

4°) Um corpo de massa 2000 gramas move-se em trajetória retilínea com aceleração constante cujo módulo é 4 m/s^2 . Calcule a intensidade da resultante das forças que atuam no corpo.

Justificativa apresentada: “Nesse exercício os alunos devem fazer um cálculo para descobrir a resultante das forças. Devem utilizar a fórmula, força é igual ao produto da massa pela aceleração. Devem também converter a unidade de massa de gramas para quilograma. E por fim, devem encontrar o valor de 8 N.”

5°) Cite algumas situações onde as polias são utilizadas e explique qual sua utilidade na vida prática.

Justificativa apresentada: “Os alunos devem utilizar as grandezas físicas como força, massa e aceleração para explicar o exemplo escolhido por ele. Perceber que a segunda lei de Newton se aplica a situação”.

Nota-se, a partir da prova elaborada pelo participante P4, que o mesmo fez uso das três leis Newton ao longo da avaliação proposta.

Ao analisarmos os aspectos das questões apresentadas, vemos que estes estão relacionados aos seguintes itens nos PCNs: **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que se refere à utilização correta das unidades de medida; **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que diz respeito à utilização correta dos instrumentos de cálculo para os problemas

propostos; **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que diz respeito à identificação das variáveis relevantes da situação-problema; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere, por exemplo, à relação existente entre força, massa e aceleração; **Modelos explicativos e representativos**, na utilização de modelos explicativos referentes às leis de Newton; **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**, no que diz respeito à compreensão da presença das leis de Newton no mundo cotidiano dos estudantes.

Levando em consideração as justificativas apresentadas pelo participante P4, observamos que este espera o seguinte dos estudantes: que identifiquem, a partir do texto apresentado na primeira questão, a primeira lei de Newton ou a lei da inércia, sejam capazes de explicar a presença da terceira lei de Newton no problema proposto no item 2 da prova e utilizar esta lei para discutir a situação do astronauta do item 3, realize o cálculo para descobrir a resultante das forças e utilize a conversão de medidas no item 4, e discutir sobre uso de polias, considerando a aplicação da segunda lei de Newton.

Participante P5:

Você já leciona no ensino médio? Não.

PROVA: LEIS DE NEWTON

1- Um disco de hóquei deslizando sobre o gelo acaba finalmente parando. Como Aristóteles interpreta isso? Como galileu interpreta esse mesmo fato? Como você interpretaria?

Justificativa apresentada: “Essa questão tem como ponto central verificar o conhecimento físico introdutório sobre as leis da mecânica no caso a lei da inércia, seria avaliado a forma na qual ele ver como esses pensadores entendia sobre esse tipo de movimento e com base no que tinha sido dado na sala de aula como a visão deles mudariam depois do conhecimento sobre a lei da inércia.”

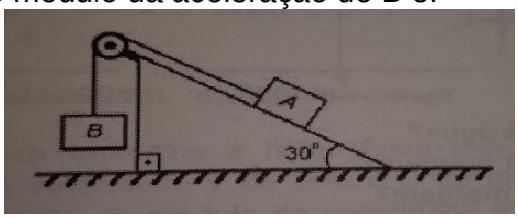
2- Qual a força resultante que experimenta um caixote deslizando quando você exerce sobre ele uma força resultante de 110 N e o atrito entre ele e o piso é de 100 N?

Justificativa apresentada: “Essa questão é de fácil resolução e tem como tema central a segunda lei de newton que usando uma aplicação de conhecimento de vetores o aluno conseguiria rapidamente resolver esse tipo de problema com essa questão verificaria se o aluno tem de forma plausível o conhecimento de força resultante que quando não nula pode gerar um movimento no corpo.”

3- Quando você deixa cair uma bola de borracha no chão, ela repica até a posição original. O que causa o repique da bola?

Justificativa apresentada: “Essa questão tenta avaliar o poder argumentativo do aluno perante o sistema físico e se espera que ele responda com base no que foi estudado sobre a terceira lei de newton e com isso mostrar que ficou entendido bem o conceito básico dessa lei.”

4- A figura apresenta um plano inclinado no qual está fixa uma polia ideal. O fio também é ideal e não há atrito. Sabendo-se que os blocos A e B têm massas iguais, o módulo da aceleração de B é:



a) 2,5 m/s²
b) 4 m/s²
c) 5 m/s²
d) 7,5 m/s²
e) 3 m/s²

Justificativa apresentada: “Esse problema ele vai ser avaliado as estratégias matemáticas utilizadas para resolver um sistema físico, ou seja, a aplicações das leis de Newton para que se resolva um certo sistema.”

5- A Mecânica clássica, também conhecida como mecânica newtoniana, fundamenta-se em princípios que podem ser sintetizados em um conjunto de três afirmações conhecidas como as leis de Newton do movimento.

Marque na primeira coluna como verdadeiro e na segunda como falso.
Pode se afirmar que:

I	II	
0	0	Se o motor de uma espaçonave que se move no espaço sideral suficientemente afastada de uma influência gravitacional deixar de funcionar, a espaçonave diminui de velocidade e fica em repouso.
1	1	As forças de ação e reação agem em corpos diferentes.
2	2	Massa é a propriedade de um corpo que determina a sua resistência a mudança de movimento.
3	3	Se um corpo está se dirigindo para o norte, podemos concluir que podem existir várias forças sobre o objeto, mas a maior está apontando para o norte.
4	4	Se a resultante das forças que atuam sobre um corpo é nula, pode-se concluir que este se encontra em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme.

Justificativa apresentada: “Essa questão tem uma avaliação de forma direta mais com uma perspectiva bastante subjetiva pois dependendo do conjunto de respostas do aluno no verdadeiro e falso vamos ter uma verdadeira dimensão do quanto ele compreendeu o assunto de forma qualitativa e saberemos se ele entendeu todos conceitos básicos sobre as leis de newton.”

A partir da prova elaborada por este participante, podemos observar que o mesmo abordou elementos presentes nas três leis de Newton. Tais questões possuem componentes que estão relacionadas aos seguintes itens dos PCNs: **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que diz respeito à utilização correta das unidades de medida; **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, no que se refere à interpretação de esquemas e diagramas para a resolução dos problemas; **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que diz respeito à utilização correta dos instrumentos de cálculo para resolver os problemas propostos; **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que diz respeito à identificação das variáveis e grandezas relevantes da situação-problema; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere, por exemplo, à identificação da relação existente entre as grandezas força, massa e aceleração; **Modelos explicativos e representativos**, na utilização de modelos explicativos referentes às leis de Newton; **Ciência e tecnologia na história**, no que se refere à compreensão do conhecimento físico como um processo histórico; **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**, no que se refere à compreensão da presença das leis de Newton no mundo cotidiano dos estudantes.

Diante das justificativas apresentadas pelo participante P5, podemos perceber que este buscou avaliar nos estudantes seus conhecimentos físicos sobre a lei da inércia e também os aspectos históricos envolvendo as concepções de outros pensadores sobre a interpretação do fenômeno apresentado na questão 1. Buscou avaliar também o conhecimento dos alunos sobre vetores e suas concepções sobre força resultante. Este participante procurou avaliar o poder argumentativo dos alunos perante um sistema físico, considerando a aplicação da terceira lei de Newton. Procurou avaliar as estratégias matemáticas utilizadas pelos alunos para resolver um problema de Física e suas concepções sobre os conceitos básicos das leis de Newton.

Participante P6:

Você já leciona no ensino médio? Não.

PROVA: LEIS DE NEWTON

1- Se a resultante das forças que agem sobre certo objeto é igual a zero podemos afirmar que o objeto está em repouso? Justifique.

Justificativa apresentada: “Objetivo da questão é avaliar se o aluno conseguiu aprender o princípio de inércia.”

2- No filme Elysium existe uma estação espacial em formato circular que gira no espaço e várias pessoas moram nesta estação que consegue simular uma gravidade parecida com a da terra. Como você explicaria a existência desta gravidade?

Justificativa apresentada: “avaliar se o aluno consegue identificar e explicar a atuação da primeira lei de Newton no fenômeno citado.”

3- Se a estação citada na questão anterior possuir um raio de $6{,}4 \cdot 10^4$ m, com qual velocidade a estação deverá girar para que a gravidade na estação seja igual a gravidade na terra? Adote g = 10 m/s^2.

Justificativa apresentada: “avaliar se o aluno consegue dominar o conceito de força centrifuga.”

4- Sobre um corpo de massa igual a 20 kg atuam duas forças de mesma direção e sentidos opostos que correspondem a 60 N e 20 N. determine a aceleração que esse objeto movimenta-se?

Justificativa apresentada: “avaliar a capacidade que o aluno tem de resolver uma questão utilizando a segunda lei de Newton.”

5- Por que, de acordo com a terceira lei de Newton, não seria possível utilizar uma aeronave dotada de hélices no espaço?

Justificativa apresentada: “Avaliar a compreensão do aluno acerca do funcionamento da terceira lei de Newton.”

De acordo com a prova do participante P6, observamos que este englobou as três leis de Newton ao longo da avaliação proposta. As questões apresentadas possuem os seguintes aspectos relacionados aos itens dos PCNs: **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que diz respeito à utilização correta das unidades de medida; **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, no que se refere à construção de diagramas de forças, articulação e interpretação dos símbolos da Física presentes em diferentes

linguagens e representações como, por exemplo, na equação da força resultante; **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que diz respeito à utilização correta dos instrumentos de cálculo para resolver os problemas propostos; **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que diz respeito à identificação das variáveis e grandezas relevantes da situação-problema; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere, por exemplo, à identificação da relação existente entre a força resultante e o estado de movimento de um corpo; **Modelos explicativos e representativos**, na utilização de modelos explicativos referentes às leis de Newton; **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**, no que se refere à compreensão da presença das leis de Newton no mundo cotidiano dos estudantes.

De acordo com as justificativas apresentadas pelo participante P6, observamos que este buscou avaliar nos estudantes os seguintes aspectos: seus aprendizados a respeito do princípio de inércia, a capacidade do aluno de conseguir identificar e explicar a atuação da primeira lei de Newton nos fenômenos citados nas questões, a capacidade do estudante de resolver uma questão referente à segunda lei de Newton e a compreensão do aluno sobre o funcionamento da terceira lei de Newton.

Participante P7:

Você já leciona no ensino médio? Não.

PROVA: LEIS DE NEWTON

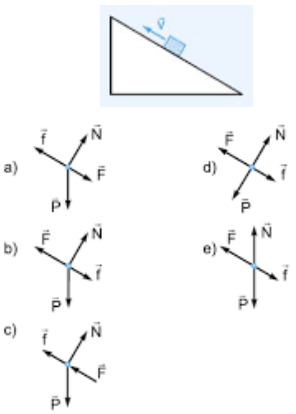
1 - Classifique e defina de forma sucinta as 3 leis de Newton.

Justificativa apresentada: “Nessa questão eu busco avaliar se os estudantes conseguem caracterizar de forma coerente as leis de Newton, isso mostrará que a base necessária para um conhecimento mais aprofundado foi estabelecida.”

2 - Baseando-se na primeira Lei de Newton, assinale a alternativa correta:
a) Se estivermos dentro de um ônibus e deixarmos um objeto cair, esse objeto fará uma trajetória retilínea em relação ao solo, pois o movimento do ônibus não afeta o movimento de objetos em seu interior.
b) Quando usamos o cinto de segurança dentro de um carro, estamos impedindo que, na ocorrência de uma frenagem, sejamos arremessados para fora do carro, em virtude da tendência de permanecermos em movimento.
c) Quanto maior a massa de um corpo, mais fácil será alterar sua velocidade.
d) O estado de repouso e o de movimento retilíneo independem do referencial adotado.

Justificativa apresentada: “Nessa questão busco perceber se o conceito da primeira lei está bem estabelecido, colocando assim a mesma de forma prática (um exemplo real) mostrando se o aluno consegue perceber a física num contexto prático e real.”

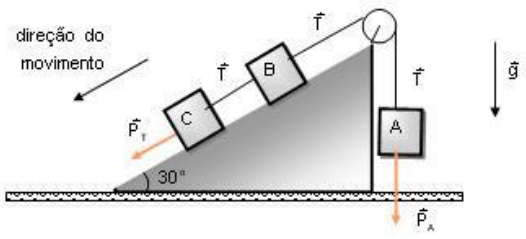
3 - Um homem, ao empurrar um caixote ao longo de uma rampa inclinada, aplica uma força F, paralela à superfície da rampa. O caixote se desloca para cima, com velocidade constante v. Qual dos diagramas adiante representa as forças que atuam sobre o caixote? Considere f a força de atrito, N a força normal e P o peso do caixote.



Justificativa apresentada: “Neste caso o que busco avaliar é se o aluno consegue criar um diagrama de forças para um futuro cálculo de força resultante.”

4 - (AMAN) - Na figura abaixo as massas dos corpos A, B e C são respectivamente 2 kg, 3 kg e 5 kg. Calcule

a) A aceleração do sistema. Adote g = 10 m/s^2.
b) A tração no fio que liga b e c
c) A tração que liga A e B



Justificativa apresentada: “nesta quarta questão busco avaliar se o aluno consegue empregar matematicamente a segunda lei de Newton, colocando um sistema que precisará usar um plano inclinado num sistema onde atuará mais de uma força.”

5 - Após estudar a Terceira lei de Newton, um estudante concluiu que um cavalo, ao tentar puxar uma carroça, não deveria sair do lugar, já que o cavalo faz uma força sobre a carroça e vice-versa. A respeito dessa observação explique, usando a terceira lei de newton, como é possível que haja movimento.

Justificativa apresentada: “Aqui pretendo observar se os alunos aprenderam que a

terceira lei é válida para corpos diferentes, e que isso pode trazer desequilíbrio tendo como consequência o movimento dos corpos em questão.”

A partir da prova elaborada pelo participante P7, observamos que o mesmo fez uso das três leis Newton ao longo da avaliação proposta.

As características das questões apresentadas por este participante, estão relacionados às seguintes competências presentes nos itens dos PCNs: **Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia**, no que se refere à utilização correta das unidades de medida; **Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia**, no que se refere à construção e interpretação de diagramas de forças; **Medidas, quantificações, grandezas e escalas**, no que diz respeito à utilização correta dos instrumentos de cálculo para resolver os problemas propostos; **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que diz respeito à identificação das grandezas e variáveis relevantes da situação-problema; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere, por exemplo, ao reconhecimento e identificação da relação entre força resultante e o estado de movimento dos corpos; **Modelos explicativos e representativos**, na utilização de modelos explicativos referentes às leis de Newton; **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**, no que diz respeito à compreensão da presença das leis de Newton no contexto prático e diário dos estudantes.

Diante do que foi apresentado pelo participante P7, podemos observar que este espera avaliar as seguintes competências nos estudantes: avaliar se os estudantes conseguem caracterizar de forma coerente as leis de Newton, se conseguem perceber a Física num contexto prático e real, a capacidade destes alunos de criar um diagrama de forças, de empregar matematicamente a segunda lei de Newton e suas concepções sobre a validade da terceira lei de Newton.

Participante P8:

Você já leciona no ensino médio? Sim. Leciono há 2 anos.

PROVA: LEIS DE NEWTON

1°) Qual a utilidade do cinto de segurança perante a física que não nos permite sermos a remessado para fora do carro? E por que seriamos a remessado para fora do carro?

Justificativa apresentada: “Pretendo avaliar a compreensão sobre a contextualização da questão e a primeira Lei de Newton, onde o cinto de segurança seria uma força externa contrária ao movimento, essa força diferente de zero e o desenvolvimento que todo corpo tende a continuar o movimento retilíneo e Uniforme, por isso seria arremessado para fora.”

2°) Paulo está parado em um ponto do parque onde consegue visualizar ao seu lado esquerdo um terminal de ônibus e ao lado direito uma estátua. Pensando sobre a última aula de física ele concluiu que tanto a Estatua quanto o ônibus que estava em movimento estariam sobre uma força resultante nula (desconsiderando as forças de resistência do ar e do atrito). O que significa força resultante nula, tanto no ônibus e na estátua?

Justificativa apresentada: “Vamos compreender o que o aluno consegue entender e ao mesmo tempo aplicar sobre a primeira lei de Newton ao seu dia-a-dia. Sabendo que a força resultante nula na estátua, ela permanece em repouso e a força resultante nula no ônibus, ele continuará seu movimento retilíneo Uniforme, com aceleração igual a Zero.”

3°) Um jogador de futebol ao fazer vários cruzamentos começa a perceber que a bola adquire várias velocidades diferentes, onde a chutar uma bola com uma força menor a velocidade da bola ou o movimento da bola é menor, e ao chutar a bola com uma força maior, a velocidade da bola ou o movimento é maior. Analisando estes fatos como podemos fazer esta ligação de chute com o movimento?

Justificativa apresentada: “Desenvolver a compreensão sobre a segunda Lei de Newton fazendo ligação com uma prática normal ao nosso cotidiano, a prática de esportes. Sabendo que a pela segunda Lei de Newton F (força resultante) = m(massa).a(aceleração), que a força é diretamente proporcional a aceleração, logo um jogador ao chutar uma bola, o mesmo aplica uma força sobre ela, se esta força for aumentada o movimento da bola também será aumentado.”

4°) João ao andar em uma rua horizontal percebeu que o movimento do seu sapato entre o chão realizava uma força de atrito, onde a consequência era de parar o movimento, ele então percebeu que o atrito era contrário a força que ele aplicava para realizar o movimento. Em sua curiosidade, João pensou para onde estaria o atrito caso João subisse uma ladeira inclinada com um ângulo de 45°?

Justificativa apresentada: “Perceber no aluno a contextualização da questão sobre mudança de locais e como é aplicado a força de atrito. A força de atrito é contrário a força que coloca o corpo em movimento, logo para subir uma ladeira inclinda, João teria que colocar força nos pés para trás então o seu corpo iria para frente, se força que aplica é para trás no sentido para baixo, logo a força de atrito é para cima, contra a força que coloca o objeto em movimento.”

5°) Carlos ajudando a sua mãe na faxina de casa recebeu a tarefa de arrastar o sofá para a outra extremidade da parede. Com uma certa preguiça e lembrando da aula de física da escola que não poderia realizar a tarefa, pôs pela terceira lei de Newton Ação e Reação, a força que ele aplicasse no objeto, ele receberia de mesma intensidade e de sentido contrário, e com isso o objeto não sairia do lugar.

Sua mãe também aprendeu a terceira Lei de Newton na escola e qual seria a reposta dela para Carlos sobre o que ele tinha argumentado? Justificativa apresentada: “Contextualização da terceira lei de Newton, aplicação da mesma e sabendo justificar seus pontos essenciais. A mãe Carlos confirmou que ele estava correto sobre a terceira Lei de Newton, porém com as força atuam em corpos diferentes elas não se mantem em equilíbrio, logo Carlos poderia arrastar o sofá.”

Diante do que foi apresentado pelo participante P8, podemos observar que este mesclou, ao longo da prova elaborada, elementos envolvendo as três leis de Newton. Tais questões possuem características que estão relacionadas aos seguintes itens presentes nos PCNs: **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, no que diz respeito à identificação das variáveis e grandezas relevantes da situação-problema; **Interações, relações e funções; invariantes e transformações**, no que se refere, por exemplo, à identificação da relação entre as grandezas força e aceleração; **Modelos explicativos e representativos**, na utilização de modelos explicativos referentes às leis de Newton; **Ciência e tecnologia na cultura contemporânea**, no que se refere à compreensão da presença das leis de Newton no mundo cotidiano dos estudantes.

A partir das justificativas apresentadas pelo participante P8, percebemos que este utilizou a prova em questão para analisar os seguintes aspectos: avaliar a compreensão dos estudantes sobre a contextualização das questões propostas e suas relações com as leis de Newton, a capacidade do estudante de entender e aplicar a primeira lei de Newton a situações do dia-a-dia, compreender a segunda lei de Newton fazendo ligação com a prática do cotidiano do aluno e a capacidade de contextualizar e aplicar a terceira lei de Newton.

Portanto, após a análise feita das provas elaboradas pelos participantes, podemos fazer o seguinte quadro em que mostra os aspectos relacionados aos itens presentes nos PCNs que aparecem nestas provas.

	Grupos exigidos	Itens referentes às Competências e habilidades (PCNs)
P1	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão / Contextualização Sociocultural	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 3 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 4 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 5 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 6 - Modelos explicativos e representativos; 7 - Ciência e tecnologia na cultura contemporânea
P2	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão / Contextualização Sociocultural	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 3 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 4 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 5 - Modelos explicativos e representativos; 6 - Ciência e tecnologia na cultura contemporânea
P3	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 3 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 4 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 5 - Modelos explicativos e representativos
P4	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão / Contextualização Sociocultural	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 3 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 4 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 5 - Modelos explicativos e representativos; 6 - Ciência e tecnologia na cultura contemporânea
P5	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão / Contextualização Sociocultural	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 3 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 4 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 5 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 6 - Modelos explicativos e representativos; 7 - Ciência e tecnologia na história; 8 - Ciência e tecnologia na cultura contemporânea
P6	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão /	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 3 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 4 -

	Contextualização Sociocultural	Estratégias para enfretamento de situações-problema; 5 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 6 - Modelos explicativos e representativos; 7 - Ciência e tecnologia na cultura contemporânea
P7	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão / Contextualização Sociocultural	1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia; 2 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia; 3 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas; 4 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 5 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 6 - Modelos explicativos e representativos; 7 - Ciência e tecnologia na cultura contemporânea
P8	Representação e Comunicação / Investigação e Compreensão / Contextualização Sociocultural	1 - Estratégias para enfretamento de situações-problema; 2 - Interações, relações e funções; invariantes e transformações; 3 - Modelos explicativos e representativos; 4 - Ciência e tecnologia na cultura contemporânea

Quadro 2 – Eixo vertical: participantes da pesquisa. Eixo horizontal: grupos exigidos; itens referentes às competências e habilidades presentes nos PCNs.

A partir do que foi analisado, podemos notar que os participantes apresentaram convergência na presença dos seguintes itens nas provas: 1 - **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, 2 - **Interações, relações e funções; Invariantes e transformações**, e 3 - **Modelos explicativos e representativos**. O que mostra que as concepções destes participantes sobre avaliação estão voltadas em grande parte sobre questões que dão ênfase aos aspectos relacionados às estratégias para a resolução de problemas e à explicação e demonstração de entendimento dos modelos físicos representativos. Ou seja, é dado mais destaque para a avaliação sobre o conteúdo em si, numa perspectiva de resolução de problemas, do que sobre outras competências, atitudes e valores que se espera que o estudante desenvolva.

Observa-se das provas analisadas que apenas o participante P5 abordou as características relacionadas ao item **Ciência e tecnologia na história**. Onde buscou avaliar a compreensão do estudante sobre uma questão envolvendo o desenvolvimento histórico das ideias da Física. A ausência de aspectos relacionados à história da Física nas avaliações na disciplina de Física pode estar relacionada ao próprio planejamento de ensino dos professores, bem como na metodologia utilizada por estes em suas aulas. É dada grande ênfase a prática de resolução de problemas

de Física, na perspectiva analítica matemática, que são deixadas em segundo plano questões envolvendo, por exemplo, história, ética e cidadania. **Ciência e tecnologia, ética e cidadania** também é um dos itens presentes nas competências propostas pelos PCNs e não foi abordado por nenhum participante da pesquisa.

É muito difícil termos na prática uma avaliação que contemple todos os itens presentes no PCNs. Porém, avaliar somente numa perspectiva significa estarmos tratando o estudante como um ser que só é capaz de resolver problemas, ou melhor, resolver exercícios que exigem do estudante uma extrema operacionalização dos procedimentos tradicionais de cálculo. Prática essa que toma quase que 100% das atividades escolares nesta disciplina.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de tudo o que foi analisado até aqui, podemos perceber o quanto a atividade avaliativa exige do professor no exercício de sua docência e a importância desta para configuração do estado de aprendizagem do estudante visando uma tomada de decisão que seja favorável a este processo. A nossa análise neste trabalho foi como o Enem e os discentes (professores em formação) propõem uma avaliação sobre a temática das leis de Newton, onde podemos notar que as questões elaboradas por estes são construídas numa determinada perspectiva de avaliação, sendo estas condizentes ou não, como foi visto, com o que é proposto nos Parâmetros Curriculares. Sobre a questão do critério utilizado nas avaliações realizadas por docentes, Perrenoud argumenta:

> (...) as escolhas de um professor dependem, em grande parte, de suas crenças pessoais, de sua concepção da avaliação, de sua filosofia da seleção e do fracasso escolares, daquilo que ele considera uma avaliação justa e eficaz. (PERRENOUD, 1999, p. 74).

Ou seja, cada professor na função de avaliador adquire essa *liberdade* e *poder* sobre a utilização dos instrumentos e critérios para a atividade avaliativa. Mas será que os professores estão cientes da importância que a avaliação tem na atividade pedagógica? Esta avaliação corrobora com o que é proposto e planejado no que diz respeito à formação dos estudantes na disciplina de Física no ensino médio?

Como cada escola possui o seu próprio projeto político pedagógico, tais competências, habilidades, atitudes, conhecimentos e valores almejados para a formação dos estudantes podem mudar de instituição para instituição. Da análise das provas elaboradas pelos participantes, podemos analisar o impacto e a influência que estas podem exercer em diferentes turmas do ensino médio do Brasil. Se cada um dos oito participantes aplicassem tais provas em turmas diferentes de acordo com cada escola que lecionasse, uns estudantes seriam avaliados mais numa perspectiva estritamente de **Investigação e Compreensão** e **Representação e Comunicação**, outros numa perspectiva que conteria aspectos sobre a **Contextualização Sociocultural**. Sendo assim, dessa forma, alguns alunos podem ser avaliados rigorosamente sob um panorama dos procedimentos, métodos e técnicas da Física (o que ocorre normalmente), e seriam deixados de lado aspectos

envolvendo os fatores socioculturais desta ciência, que são importantes para a formação científica do estudante.

O próprio Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), ao longo do período entre 1998 e 2017, não abordou nas questões sobre as leis de Newton aspectos sobre história, ética, cidadania e fatores socioculturais da Física.

O Enem tem uma parcela de influência sobre os professores de modo que estes trabalhem apenas de forma procedimental sobre as leis de Newton? Pode ser que sim. Mas a maneira como os discentes (professores em formação) foram avaliados ao longo da vida sobre esta temática tem uma parcela significativa na construção desse *hábito docente*. São estes registros e experiências que foram internalizados nestes estudantes, e estes os externalizam durante a sua atividade avaliativa no exercício de sua profissão.

Da pesquisa realizada sobre Enem podemos tirar os seguintes resultados: O Enem tem dado pouca ênfase na avaliação da temática das leis de Newton e as questões apresentadas por este exame não abordam os conceitos referentes ao bloco da Contextualização Sociocultural presente nos PCNs. Já a pesquisa realizada com os alunos do curso de licenciatura em Física da UFPE mostrou que todos os participantes concordaram sobre a presença dos itens 1 - **Estratégias para enfretamento de situações-problema**, 2 - **Interações, relações e funções; Invariantes e transformações**, e 3 - **Modelos explicativos e representativos** nas provas. Ou seja, suas concepções sobre avaliação estão voltadas ao *curso* dos procedimentos e conceitos da própria Física em si, abrindo pouco espaço para questões ou problemas de âmbito sociocultural. Entretanto, observa-se a partir das provas elaboradas pelos discentes que sete destes buscaram trabalhar questões que envolvessem o dia-a-dia do estudante.

É necessário que os professores de Física reflitam e procurem conhecer mais sobre a importância, aspectos e características da avaliação, de modo que consigam ampliar os seus conhecimentos a respeito desta atividade. Repetir práticas docentes tradicionais produz o fenômeno da *automação*. Já refletir sobre sua prática docente, faz com que os professores produzam *transformações*. Transformações estas que visam uma mudança nas concepções tradicionais de ensino e aprendizagem. Transformações que buscam mudanças de paradigmas sobre a nossa concepção de avaliação e sobre a nossa forma de conceber a

aprendizagem do estudante. Uma busca por avaliações que visem à formação, ou seja, o curso de aprendizagem do estudante, e menos a classificação e exclusão.

REFERÊNCIAS

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. J. **A didática das ciências**. Campinas: Papirus, 1995.

BLOOM, Benjamin S. et al. **Taxionomia de objetivos educacionais: domínio afetivo**. Porto Alegre: Globo, 1972. v. 1.

BLOOM, Benjamin S. et al. **Taxionomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo**. Porto Alegre: Globo, 1973. v. 2.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

PERNAMBUCO. Secretaria da educação do estado de Pernambuco. **Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco**, Pernambuco, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de referência do Enem 2018**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BZUNECK, J. A.. **Conceito e Funções dos Esquemas Cognitivos para a Aprendizagem: Implicações para o Ensino**. Semina (Londrina), Londrina, v. 12, n.3, p. 142-145, 1991.

CARVALHO, A. M. [et al.]. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CASTRO, M, H. G; TIEZZI, S. **A reforma do ensino médio e a implementação do Enem no Brasil**. In: BROK C. e SCHWARTZMAN S., Os desafios da educação no Brasil Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2005.

DEMO, Pedro. **Avaliação qualitativa.** São Paulo: Cortez, 1987.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO - ENEM 2018, Objetivo. Disponível em: <https://enem.inep.gov.br/#/faq?_k=0r9cn5>. Acessado em: 30 de julho de 2018.

FOUCAULT, M. **Vigiar e punir**. 29. Ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

HAYDT, R. C. C. **Curso de didática geral**. São Paulo: Ática, 1994.

INEP, **Provas e gabaritos**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>. Acessado em: 30 de julho de 2018.

LUCKESI, C. C. **O QUE É MESMO O ATO DE AVALIAR A APRENDIZAGEM?** Revista pedagógica Pátio. Porto Alegre: ARTMED. Ano 3, n. 12 fev./abr. 2000.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar:** estudos e proposições. 22. Ed.- São Paulo: Cortez, 2011.

MARCHETI, A. P. C.; BELHOT, R. V. **REVISÃO DA TAXONOMIA DE BLOOM E A ADEQUAÇÃO DO INSTRUMENTO PARA DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS INSTRUCIONAIS NO ENSINO DE ENGENHARIA**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 17, p. 421, 2010.

PASSOS, C.M.B. **Instrumentos de avaliação**. Fortaleza, 2009. [mimeo].

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens** – entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIRES, A, S. T. **Evolução das ideias da Física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

POZO, J. I; GÓMEZ, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências (Online), v. 16, p. 59-77, 2011.

SPINA-CORCOLL, C. O; BASSANEZI, R. C. **Modelagem Matemática no Processo Ensino-Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral para o Ensino Médio**. Rio Claro-SP: Universidade Estadual Paulista, 2002 (Dissertação de mestrado).

THORNTON, S. T; MARION, J. B. **Dinâmica clássica de Partículas e Sistemas**. 5. Ed. São paulo: Cengage Learning, 2011.