



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL

**CURSO INTERDISCIPLINAR EM EDUCAÇÃO DO CAMPO: CIÊNCIAS
NATURAIS, MATEMÁTICA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS – LICENCIATURA**

DIRLENE APARECIDA DE OLIVEIRA

**CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS SOBRE O CONCEITO DE MOVIMENTO ENTRE
ESTUDANTES DE FÍSICA (MECÂNICA) DA UFFS – *CAMPUS LARANJEIRAS DO
SUL***

LARANJEIRAS DO SUL

2018

DIRLENE APARECIDA DE OLIVEIRA

**CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS SOBRE O CONCEITO DE MOVIMENTO ENTRE
ESTUDANTES DE FÍSICA (MECÂNICA) DA UFFS – *CAMPUS* LARANJEIRAS DO
SUL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências da Natureza, Matemática e Ciências Agrárias da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do grau de Licenciada em Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências da Natureza, Matemática e Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Gian Machado de Castro

LARANJEIRAS DO SUL

2018

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Oliveira, Dirlene Aparecida de
Concepções Espontâneas sobre o Conceito de Movimento
entre Estudantes de Física (Mecânica) da UFFS - Campus
Laranjeiras do Sul/ Dirlene Aparecida de Oliveira. --
2018.
47 f.:il.

Orientador: Gian Machado de Castro.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Interdisciplinar em educação do campo: Ciências
Naturais, Matemática e Ciências Agrárias - Licenciatura
, Laranjeiras do Sul, PR, 2018.

1. Concepções espontâneas. 2. Aprendizagem
significativa. 3. Testes conceituais. 4. Ensino de
Física. I. Castro, Gian Machado de, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

DIRLENE APARECIDA DE OLIVEIRA

**CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS SOBRE O CONCEITO DE MOVIMENTO ENTRE
ESTUDANTES DE FÍSICA (MECÂNICA) DA UFFS – CAMPUS LARANJEIRAS DO
SUL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciada em Educação do Campo: Ciências da Natureza, Matemática e Ciências Agrárias da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Gian Machado de castro

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

29 / 06 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Gian Machado de Castro

Prof. Dr. Gian Machado de Castro – UFFS

Vivian

Prof. Dra. Vivian Machado de Menezes – UFFS

Alexandre Monkolski

Prof. Me. Alexandre Monkolski – UFFS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me sustentou nos momentos mais difíceis da faculdade e da vida.

A minha mãe Leni, por seu apoio incondicional durante todos os meus anos de graduação, assim como sempre, sua garra e determinação foram âncora para minha formação. Sempre foi a base para meus irmãos e eu, criando sozinha 4 filhos com muito sacrifício, mas sem esmorecer nunca.

Agradeço aos meus muitos amigos pelo apoio durante a graduação que mesmo enfrentando as mesmas dificuldades sempre tinham uma palavra de incentivo, em especial a meu amigo João Idenio. Sua amizade no decorrer dos anos de graduação foi essencial, cada café regado a uma boa conversa me fez crescer como pessoa.

Um olhar especial às minhas amigas Luci e Jessica, nunca vou esquecer o tripé! Quando a Física nos consumiu estivemos unidas. Foi um ano apenas, mas foi inesquecível!

Obrigada amiga Maristela, que nos últimos tempos esteve tão próxima, sendo a força que eu precisava. Sendo meu oposto, sendo meu complemento me apoiando incondicionalmente.

Não poderia deixar de honrar o nome daquelas que estiveram comigo desde o começo do curso: Maria Célia, Elaine, Cheila e Venilda. Tudo foi possível graças a vocês. Se não desisti, foi porque tive vocês na minha vida, no começo do curso que foi o período mais nebuloso, obrigada minhas divas!

Agradeço de coração ao meu orientador, Gian Machado de Castro. Não apenas pela dedicada orientação nesse trabalho, mas por muito antes. Primeiro como professor, depois quando se dispôs a me ajudar a construir os subsunçores necessários para dar continuidade a meus estudos, depois por me mostrar que era possível desenvolver um TCC na área de minha maior dificuldade. Por todo apoio, competência e disposição, durante esse período de orientação. Obrigada por compartilharmos momentos de aprendizagens imprescindíveis.

A todos os professores que contribuíram para minha formação, sendo através de conteúdos ou conversar informais que acrescentaram muito para minha aprendizagem; levo para vida um pouco de cada uma de vocês! Em particular, agradeço ao professor Alexandre Manoel dos Santos pela ajuda com o aplicativo *Microsoft Excel*TM.

As sugestões da banca examinadora, que serviram para enriquecer meu trabalho. Obrigada pela ética e profissionalismo.

Agradeço a equipe da biblioteca do *Campus* Laranjeiras do Sul. Em especial a Elaine Burey, que sempre esteve pronta para ajudar com um sorriso simpático.

A todos que contribuíram para minha formação, de alguma forma. O espaço é pequeno e precisaria de muitas páginas para agradecer a todos que contribuíram para que esse dia fosse possível. Meus sinceros agradecimentos.

“A definição de insanidade é fazer as coisas do mesmo jeito e esperar resultados diferentes.”

Albert Einstein

RESUMO

O ensino de Física na educação básica vem enfrentando sérios problemas. Um ensino baseado na repetição mecânica do conteúdo, em que os estudantes acabam não atingindo um resultado satisfatório em relação à aprovação e o aprendizado dos conteúdos. Urgentemente, esse estilo de ensino precisa ser repensado. De acordo com a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, para que esta ocorra, é necessário partir do conhecimento já existente na mente (estrutura cognitiva) do estudante. Na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Laranjeiras do Sul*, um dos problemas é o elevado índice de repetência nas CCR's de Física. Esse problema, presente na Universidade, é resultado dos anos anteriores de um ensino defasado. Com o propósito de compreender melhor esta situação, testes conceituais foram aplicados cujo objetivo foi identificar a concepção espontânea do movimento, em Mecânica, destes estudantes. Os testes conceituais foram compostos por questões objetivas que descrevem situações cotidianas nas quais se espera que o estudante opte pela alternativa a qual represente o que ele entende que irá acontecer naquelas condições. Os testes devem ser aplicados em dois momentos: pré e pós-teste. O pré-teste foi aplicado antes das aulas sobre os conteúdos serem ministradas. Após estas aulas, aplicou-se o pós-teste, de mesma natureza e objetivo. Então foi possível avaliar se houve ou não mudança da concepção espontânea para uma concepção científica do fenômeno movimento (concepção newtoniana). A análise dos testes poderá contribuir para um melhor planejamento das aulas, pois partindo de concepções prévias dos estudantes pode-se optar por abordagens mais contextualizadas dos conteúdos. Também será possível utilizar a metodologia deste estudo para verificar se os métodos de ensino e abordagens utilizadas contribuíram para uma aprendizagem mais significativa.

Palavras-chave: Concepções espontâneas. Aprendizagem significativa. Testes conceituais. Ensino de Física.

ABSTRACT

The teaching of Physics in basic education has been facing serious problems. A teaching based on the mechanical repetition of the content, in which the students end up not reaching a satisfactory result in relation to the approval and the learning of the contents. Urgently, this style of teaching needs to be rethought. According to Ausubel's theory of meaningful learning, for this to occur, it is necessary to start from the already existing knowledge in the student's mind (cognitive structure). At the Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Laranjeiras do Sul*, one of the problems is the high repetition rate in the physics classes. This problem present at the University is the result of the previous years of a lagged teaching. In order to better understand this situation, conceptual tests were applied whose objective was to identify the spontaneous concepts of the movement, in Mechanics, of these students. The conceptual tests were composed of objective questions that describe everyday situations in which the student is expected to choose the alternative that represents what he understands will happen in those conditions. The tests should be applied in two moments: pre and post-test. The pre-test was applied before the classes on the content to be taught. After these classes, the post-test was applied, of the same nature and purpose, then we can evaluate whether or not there was a change from the spontaneous concepts to a scientific concept of the movement phenomenon (Newtonian conception). The analysis of the tests can contribute to a better planning of the classes, since starting from previous concepts of the students one can opt for more contextualized approaches of the contents. It will also be possible to use the methodology of this study to verify if the teaching methods and approaches used have contributed to a more meaningful learning.

Key-words: Spontaneous concepts. Meaningful learning. Conceptual tests. Physics Teaching.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo geral.....	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM E ENSINO DE FÍSICA.....	13
2.1.1 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora	23
2.2 REVISÃO DO CONCEITO DE MOVIMENTO	26
3 METODOLOGIA.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 PRÉ-TESTE.....	32
4.2 PÓS-TESTE.....	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

O ensino de modo geral enfrenta muitas dificuldades e desafios e um dos pontos polêmicos é que os estudantes terminam o ensino médio com um conhecimento fragmentado e predominantemente mecânico. O ensino de Física não é diferente, porque da forma com que é colocado, majoritariamente estimula a aprendizagem mecânica de conteúdo (MOREIRA, 2017a).

Os alunos costumam chegar às universidades despreparados para o nível de ensino a que serão submetidos, e certamente os professores partem do pressuposto que os mesmos já deveriam ter certo conhecimento em determinados assuntos.

Em grande parte, devido a realidade do ensino fragmentado a que foram submetidos nos anos anteriores, ocorre um alto índice de repetência e uma grande evasão, sobretudo nas disciplinas de Física.

Partindo-se de uma experiência pessoal no processo de ensino aprendizagem com a disciplina de Física ministrada na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), percebeu-se a dificuldade de apropriação de conhecimentos nessa área por parte de muitos estudantes, o que causa várias reprovações nas CCRs iniciais de Física. Pretende-se entender o que leva tantos estudantes terem um baixo desempenho nas disciplinas de física, e como são muitos os pontos que influenciam nesse processo, foi definido que se investigaria um aspecto em especial: a concepção prévia dos estudantes sobre o conceito de movimento em Mecânica.

A metodologia utilizada neste trabalho foi a de testes conceituais aplicados em dois momentos, pré e pós-testes, não tendo como objetivo avaliar o conhecimento dos estudantes, mas sim concepções espontâneas e o seu nível de aprendizado.

Em princípio, partindo daquilo que os estudantes sabem pode-se planejar melhor as aulas e metodologias de ensino mais adequadas a cada perfil de turma.

O pré-teste foi aplicado antes dos estudantes serem instruídos com o ensino científico, buscando identificar a concepção prévia dos estudantes sobre o conceito de movimento em Mecânica. O pós-teste foi aplicado após a instrução com o ensino científico, buscando saber se houve ou não alteração na concepção prévia dos estudantes.

Ausubel (apud MOREIRA, 2011, p. 13) acreditava que o conhecimento prévio do indivíduo é a chave para significar cientificamente um novo conhecimento, um pensamento que anda de mãos dadas com a concepção de Paulo Freire (1997).

Freire defendia a teoria que o conhecimento deve ser construído em conjunto, onde o professor não desconsidera o conhecimento prévio do estudante, ao contrário, parte deste

conhecimento: a mente do estudante não é considerada vazia, pronta a ser preenchida com as ideias do professor (FREIRE, 1997).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Estudar as concepções prévias sobre o conceito de movimento dos estudantes de Física (Mecânica), das fases iniciais dos cursos de graduação em Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências Naturais, Matemática e Ciências Agrárias, Agronomia e Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Laranjeiras do Sul.

1.1.2 Objetivos específicos

- Aplicar testes conceituais para avaliar concepção espontânea antes das aulas formais (pré-teste) e analisar resultados;
- Aplicar testes conceituais para avaliar concepção espontânea após as aulas formais (pós-teste) e analisar os resultados;

1.2 JUSTIFICATIVA

Compreender os elevados índices de reprovação dos acadêmicos nas disciplinas de Física da UFFS do *campus* de Laranjeiras do Sul, foi a motivação que resultou este trabalho. Também, de uma experiência pessoal no decorrer dos anos na Universidade onde a enorme dificuldade em Física resultou em várias reprovações. Estas dificuldades, assim como a dos demais estudantes, instigou a buscar de entender o que está por trás de tão grande defasagem do aprendizado.

De acordo com a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel (MOREIRA, 2011), o fator mais importante para a aprendizagem significativa (aprendizagem com significado) é considerar o que o aprendiz já sabe sobre o assunto que se pretende

aprender. Desta forma, é possível ancorar os novos conhecimentos do aprendiz nos já previamente existentes. A falta de conhecimentos prévios adequados para novas aprendizagens (subsunções) e de conceitos bloqueadores (conceitos, crenças ou ideias errôneas, fortemente arraigadas) são os principais fatores que prejudicam o processo de ensino/aprendizagem e, conseqüentemente, a aprendizagem significativa. Conhecer as concepções prévias (espontâneas) dos estudantes ajuda a identificar os subsunções (ou a falta deles) e os conceitos bloqueadores. Este conhecimento contribuirá significativamente para a melhora do processo de ensino/aprendizagem e, portanto, para potencializar uma aprendizagem significativa no sentido ausubeliano.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM E ENSINO DE FÍSICA.

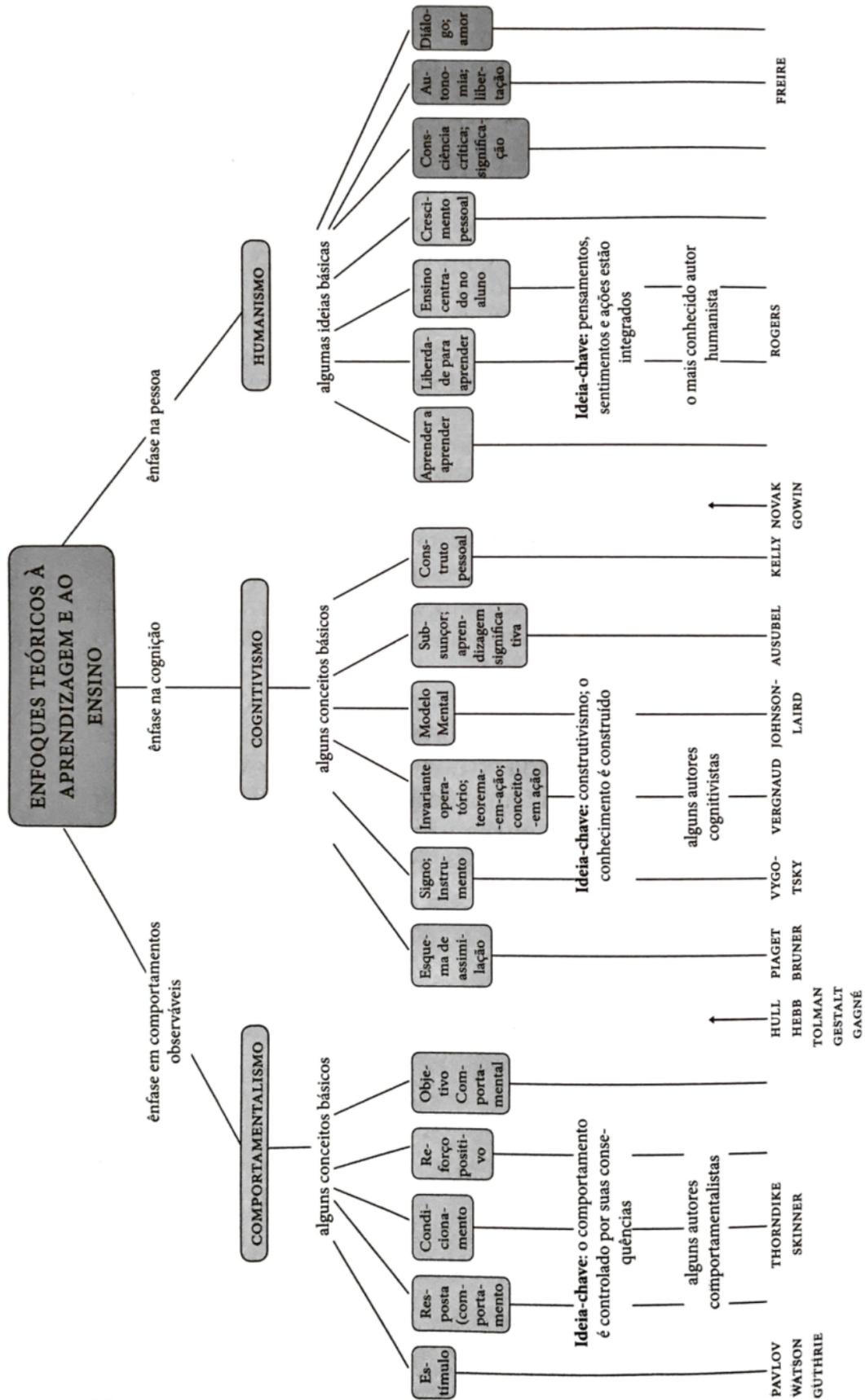
Uma teoria de aprendizagem é uma construção humana que visa interpretar uma certa área do conhecimento humano. De maneira geral, podemos classificar as teorias de aprendizagem em três categorias principais, que são: comportamentalista (behaviorismo), cognitivista (construtivista) e humanista (ver figura 1).

O behaviorismo é a filosofia do estímulo, onde o comportamento é controlado pelos estímulos externos; se a consequência for boa para o sujeito este irá reagir aos estímulos dando respostas, se a consequência for ruim, o indivíduo irá reagir diminuindo a resposta.

O humanismo é uma teoria de aprendizagem que analisa o ser humano como um todo: sentimentos, pensamentos e ações, não apenas o intelecto. Todo o conjunto (pensamento, sentimento e ações) estão integrados e os sentimentos são levados em consideração (MOREIRA, 2017b).

O cognitivismo, de certa forma, é o oposto do behaviorismo, enfatizando o que o comportamentalista ignora. Visa entender como a pessoa aprende, pois o ser humano é capaz de interpretar o mundo, não apenas reagir a estímulos. Porém, não leva em conta os sentimentos do indivíduo. O cognitivismo está entre o comportamentalismo e o humanismo. Neste trabalho será tomado como referencial teórico fundamental a Teoria de Aprendizagem Significativa, cognitivista, de David Paul Ausubel (MOREIRA, 2011).

Figura 1: Um esquema para os principais enfoques teóricos à aprendizagem e ao ensino e alguns de seus mais conhecidos representantes.



A Educação Básica tem enfrentado uma grave crise, o ensino está cada vez mais desvalorizado e fragmentado. O que se aplica também ao ensino de Física, que no decorrer dos tempos tem sido rotulado como uma disciplina complicada e inacessível, rodeada de preconceitos que levam os estudantes, de modo geral, a criarem certa resistência a esse importante campo do conhecimento (MOREIRA, 2017a).

São vários os fatores que acabam por prejudicar o ensino de Física, como por exemplo, o reduzido número de aulas, perda de identidade no currículo, falta de infraestrutura, baixos salários e um ensino que é tradicionalmente focado na memorização de conteúdo. Estes fatores fazem com que o ensino propicie uma aprendizagem mecânica. Esta forma de aprendizagem caracteriza-se por ser puramente memorista, sem significado, sem compreensão sem capacidade de explicar de transferir (MOREIRA, 2011). Um ensino arcaico, cujo foco não é o estudante, mas centrado no professor, e por isso, não leva em consideração aquilo que o estudante já sabe (seus conhecimentos prévios).

Já faz dois séculos que a maneira de se ensinar não mudou, tendo como base um ensino bancário. A educação ainda ensina “verdades”, respostas “corretas” (MOREIRA, 2017a, p. 6). A metáfora “educação bancária” foi utilizada por Paulo Freire (2005) para dizer que o ensino é transmitido do professor ao estudante como se este último tivesse a mente vazia e nada soubesse, e cabe ao professor, que retém o conhecimento, depositá-lo na mente “vazia” do estudante. O saber é encarado como o ato de doar, daqueles que se julgam sábios a quem nada sabe. Nesse tipo de educação, o conhecimento é “depositado” na cabeça do aluno, sem relação com seu saber prévio, sua realidade (FREIRE, 1997).

O currículo está organizado em termos de disciplinas acadêmicas e exige-se dos professores que cumpram o cronograma das disciplinas, de modo que ao final do semestre letivo, tenham dado conta do que lhe foi pedido, de forma que não é possível trabalhar a realidade do estudante que tantas vezes não possui subsunçores prévios suficientes para acompanhar as aulas (MOREIRA, 2017a).

O professor não pode “perder tempo” formando tais subsunçores, porque o sistema exige que o mesmo cumpra a ementa em períodos fixos de tempo, o que só pode ser feito “depositando” o conhecimento na mente (estrutura cognitiva) do estudante.

Um ensino baseado na transferência de respostas, primeiro do professor para o aluno nas aulas, e depois, do estudante para o professor, nas provas, acaba se refletindo em uma aprendizagem meramente mecânica. Nessa concepção de educação bancária, em que a educação se torna o ato de depositar conhecimento, a única ação que se espera do aluno é a de

receber o depósito de conhecimento e o arquivar, até o momento de devolver, que seria na prova (FREIRE, 1997, p. 61).

O educador conduz os educandos à memorização mecânica, do conteúdo narrado, onde os educandos são comparados a recipientes a serem “enchidos” pelo educador. Quanto mais o educador encher os recipientes melhor será, ao mesmo tempo em que quanto mais os recipientes se deixarem encher, melhores educandos serão (FREIRE, 1997).

No cotidiano escolar a avaliação é muito mais behaviorista do que construtivista e determina largamente as práticas docentes. O contexto (administradores escolares, pais, advogados, a sociedade em geral) exige “provas” de que o aluno “sabe ou não sabe”. Esse tipo de avaliação baseada no sabe ou não sabe, no certo ou errado, no sim ou não, é comportamentalista e geralmente acaba por promover a aprendizagem mecânica, pois não entra na questão do significado, da transferência. O que importa é se o estudante sabe resolver os “problemas” que foram ensinados. Ausubel (apud MOREIRA, 2011) dedicou sua vida a estudar o que ele chamou de “aprendizagem significativa”, onde o aprendiz não é um receptor passivo, ao contrário, ele faz uso dos significados que já possui internalizado em sua estrutura cognitiva, ou seja, associações de conhecimentos prévios e novos.

A aprendizagem significativa, além de ser uma aprendizagem com significado, é aquela aprendizagem que leva o indivíduo a pensar criticamente. Trata-se da aprendizagem com significado, com compreensão e principalmente capacidade de transferir, onde o aprendiz é capaz de transmitir o que aprendeu. Esta aprendizagem se opõe à mecânica, que é puramente memorista, sem significado e sem entendimento (MOREIRA, 2011).

Para que haja de fato uma aprendizagem significativa, são necessários alguns passos a serem trilhados, como instigar o estudante a pensar para responder, ao invés de dar a resposta pronta, a resposta “certa”. Faz-se necessário partir de alguma coisa, daquilo que o estudante já sabe (concepções prévias). O ensino deveria partir daquilo que o estudante já sabe, mas na prática isso não costuma ocorrer, o que parece prevalecer nas escolas é o que Freire chamou de “educação bancária” (MOREIRA, 2017a).

De todos os fatores que acabam por influenciar na aprendizagem do estudante, o principal, segundo Ausubel (apud MOREIRA, 2011), é aquilo que este já sabe. Para que haja aprendizagem significativa é fundamental existir subsunçores na estrutura cognitiva do aluno, pois a interação dos conhecimentos prévios e novos irá gerar novas concepções que darão origem a novos subsunçores que serão incorporados, ampliando a estrutura cognitiva.

Segundo Moreira (op. cit.), aprendizagem significativa não é meramente uma interação de conceitos, pois as concepções prévias precisam ser relevantes. Esse conceito

preestabelecido na mente (estrutura cognitiva) do estudante recebe o nome de subsunçor ou ideia âncora. Trata-se de um conhecimento específico que servirá para ancorar os novos conhecimentos aos previamente existentes (MOREIRA, 2011).

Os próprios subsunçores podem ser modificados a medida que novos conhecimentos são agregados na mente do aprendiz, dependendo da estabilidade cognitiva (capacidade para deslocar nossos pensamentos e adaptar nosso comportamento através das mudanças de significado) desses subsunçores, ainda alguns mais elaborados que outros. Subsunçores pode se modificar e ir adquirindo novos significados, durante o processo de interação, fortalecendo significados já existente, ou ainda podem ser totalmente desconstruídos (op. cit.).

Nesse emaranhado de subsunçores, os novos conhecimentos adquirem significados enquanto que os conhecimentos prévios adquirem novos significados e assim sucesivamente. Nossa mente possui muitos subsunçores, uns firmes, outros vulneráveis, uns muito utilizados outros que usamos pouco, mas a verdade é que nossa estrutura cognitiva tem agregado subsunçores desde nossos primeiros momentos de vida (MOREIRA, 2011).

Pode-se usar como exemplo o caso das Leis de Conservação, que um estudante que aprendeu significativamente, mas que ao sair seja da escola ou faculdade, passe um longo tempo sem envolver-se com o assunto, sem envolver-se com problemas de Física muito provavelmente continuaria sabendo se tratar de uma ideia central da Física, embora não lembrasse exatamente quais grandezas se conservam e quais não se conservam nem tão pouco o formalismo de determinadas leis de conservação. Mas se a aprendizagem foi significativa muito provavelmente não teria grandes dificuldades em “resgatar” ou “reaprender” o subsunçor Leis de Conservação. É o que ocorre com professores que passam anos sem lecionar determinados conteúdos (MOREIRA, 2011).

Aprendizagem significativa não é aquela que o indivíduo nunca irá esquecer, mas aquela que passe anos e ele seja capaz de recordar. O esquecimento é uma consequência natural da aprendizagem; é diferente da aprendizagem mecânica, na qual o esquecimento é rápido e praticamente total. Na aprendizagem significativa o esquecimento, não significa perda total, mas “residual”, pois o conhecimento está impregnado dentro do subsunçor, há um “resíduo” dele no subsunçor (MOREIRA, 2011).

Quando um conhecimento não é usado por muito tempo, se a aprendizagem foi significativa, podemos reaprender esse conhecimento sem grandes dificuldades, em um tempo relativamente curto. Se a aprendizagem foi mecânica, esse conhecimento nunca foi aprendido, e não tem sentido falar em reaprendizagem (op. cit.).

Até agora se falou que para haver uma aprendizagem significativa é necessário que haja um conhecimento prévio (subsunçor), para que o novo conhecimento se agregue a esse subsunçor, ampliando o seu significado ou criando um novo subsunçor. Porém, é necessário tomar cuidado com essa afirmação, pois nem sempre ocorre dessa maneira. Existem casos em que o conhecimento prévio pode ser bloqueador, funcionando como obstáculo epistemológico, o chamado conceito bloqueador (MOREIRA, 2011). Afirmar que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não necessariamente significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. Geralmente é, mas há casos que pode ser um conceito bloqueador.

Outro aspecto que é importante frisar, que aprendizagem significativa não é necessariamente a correta. Quando o sujeito atribui significados a um novo conhecimento ancorando-o a conhecimentos prévios é aprendizagem significativa, independente se tais conceitos previstos estejam vinculados a alguma matéria de ensino. Por exemplo, se uma pessoa acredita que no verão estamos mais próximos do sol que no inverno explicando dessa maneira as estações do ano, isso é significativo para ela, ainda que não seja a explicação cientificamente correta (op. cit.).

Nos casos em que o conhecimento prévio acaba por obstruir a aprendizagem significativa, como por exemplo um estudante que traz pra sala de aula uma concepção de que um objeto de maior massa acelera mais numa queda livre, enquanto esse conceito estiver impregnado na mente do estudante, o entendimento correto do que é queda livre estará bloqueado. Outro caso, como o conceito de ação e reação que remete a ideia de causa e efeito, enquanto o indivíduo não abrir mão do conceito bloqueador, o entendimento correto da terceira lei de Newton estará bloqueado.

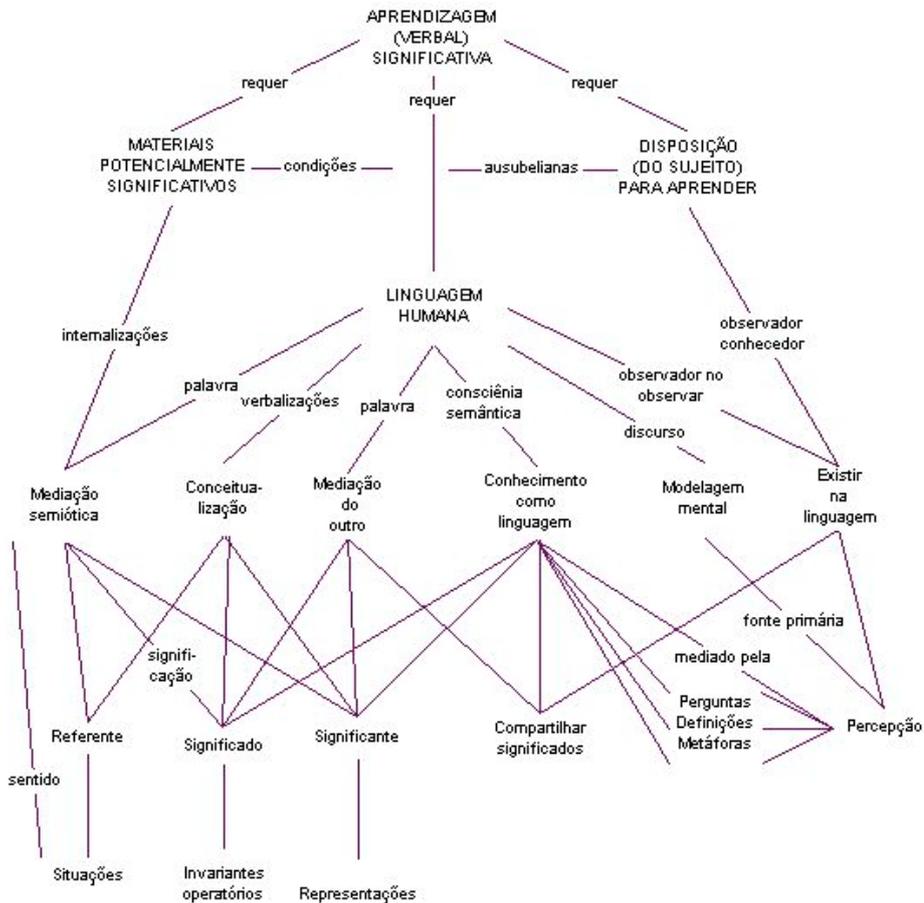
O conhecimento prévio que bloqueia a formação de novos conhecimentos é chamado de conceito bloqueador, enquanto o indivíduo não abrir mão de tal conceito, mesmo que o professor explique de forma potencialmente significativa, o conhecimento correto estará bloqueado até que haja desconstrução do conceito bloqueador .

Outros conceitos bloqueadores podem vir da linguagem. Evidentemente, a linguagem tem papel fundamental na aprendizagem. Tanto que para Ausubel (apud MOREIRA, 2011, p. 59) a linguagem é importante para a conceitualização. O conhecimento está organizado em campos conceituais e o domínio por parte do sujeito ocorre ao longo de um longo período de tempo. A Física, por exemplo, tem vários campos conceituais (Mecânica, Eletrecidade, Termologia, ...) que não podem ser ensinados de imediato, nem como sistema de conceitos isolados. Faz-se necessário uma perspectiva de aprendizagem nesses campos. E a linguagem

é o instrumento básico para que haja essa interação, sem ela praticamente não haverá captação de significados, e não ocorrerá aprendizagem significativa (veja figura 2).

Cada linguagem representa uma maneira única de perceber a realidade, tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem, o que significa que a chave da compreensão de um conhecimento é conhecer a linguagem. Uma disciplina é uma forma de ver o mundo, e tudo o que é conhecido nessa disciplina não se separa de seus símbolos, que são as palavras. Ensinar Física, Matemática ou qualquer outra disciplina é uma forma de ensinar linguagem. O ensino de Física envolve Matemática e gráficos como linguagem, e o uso de tais linguagens é responsável por parte da dificuldade nessa disciplina. Os estudantes têm dificuldade em interpretar a linguagem matemática da Física (MOREIRA, 2011, p. 59).

Figura 2: Um mapa conceitual sobre aprendizagem (verbal) significativa.

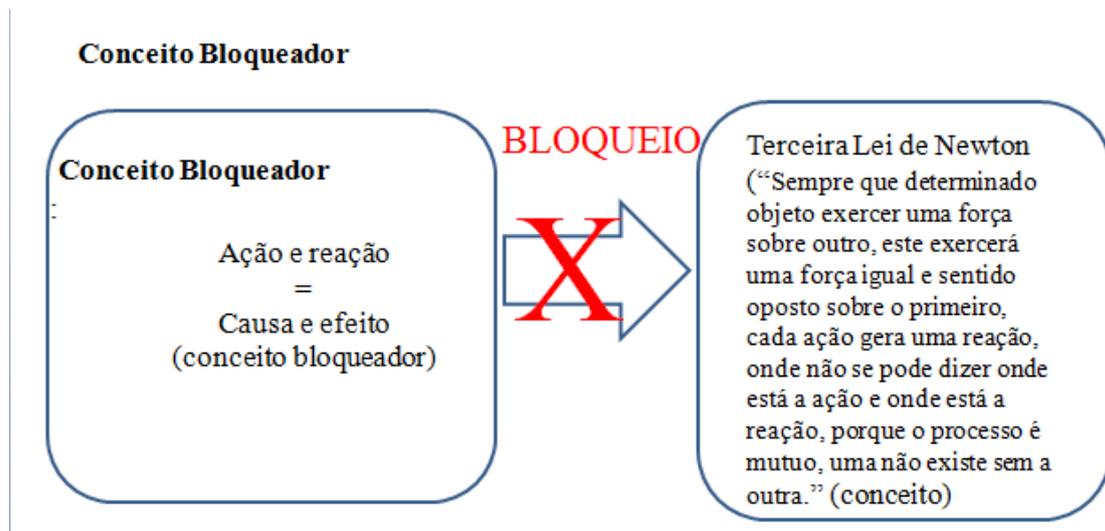


Fonte: MOREIRA, 2011.

Neste trabalho, aptou-se por classificar os conceitos bloqueadores como pertencentes há três categorias: científicos, psicológicos e linguísticos. Psicológico, quando, por exemplo,

o indivíduo acredita que não é possível aprender Física, seja porque ouviu que ele nunca poderia ser um bom aluno em Física, ou por alguma experiência ruim. Linguísticos, quando a dificuldade é originada na própria palavra, por exemplo, a expressão “ação e reação” em um sentido geral está associada a ideia de causa e efeito. Quando estuda-se a terceira lei de Newton, o significado é totalmente diferente, referindo-se a interação simultânea entre dois corpos e ao utilizar-se o conceito ordinário de “ação e reação” (causa e efeito) como subsunçor (ideia âncora) este bloqueia o entendimento da terceira lei de Newton. Ação e reação são forças simultâneas entre corpos que interagem. Sendo assim, a terceira lei trata de interação entre corpos, e não sobre causa e efeito (HEWITT, 2015).

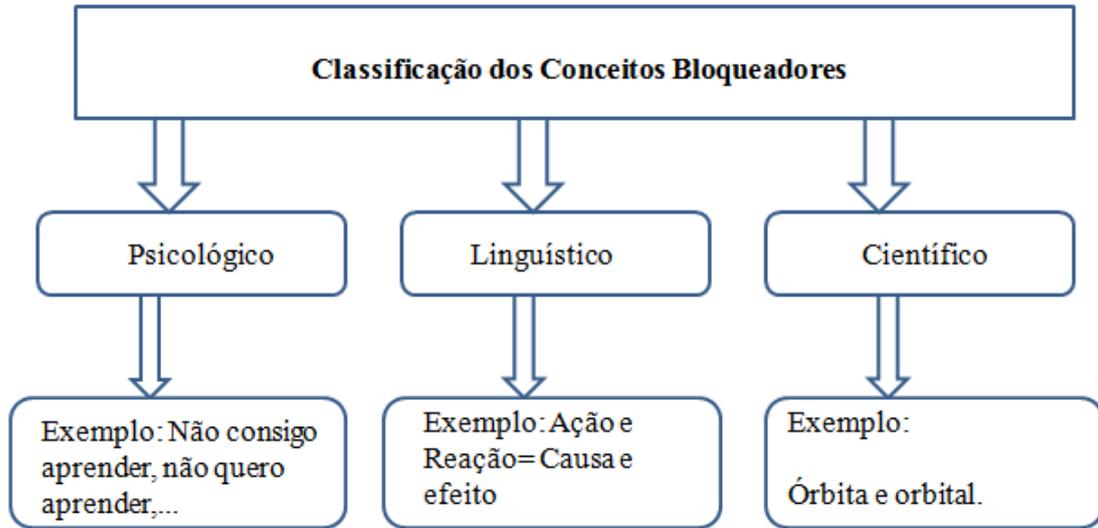
Figura 3: o conceito de ação e reação como causa e efeito bloqueia a formação correta do conceito terceira lei de Newton.



Fonte: elaborado pelo autor.

O conceito bloqueador científico, é quando a utilização de um subsunçor científico, por exemplo, o conceito de órbita, é utilizado para ancorar um novo conceito, como o de orbital. Ao tentarmos ancorar o conceito de orbital ao subsunçor órbita, não é possível criar o novo subsunçor orbital, pois esse é incompatível com o conceito de trajetória clássica (órbita). Um orbital é uma região permitida para um elétron na estrutura atômica e de forma alguma estabelece uma trajetória clássica (órbita) para o mesmo. Na figura 4 é feito um esquema resumindo a classificação dos conceitos bloqueadores.

Figura 4: esquema resumindo a classificação dos conceitos bloqueadores.



Fonte: elaborado pelo autor.

Os primeiros subsunçores se estabelecem através da interação com o mundo, por exemplo, uma criança que nunca viu um cachorro em sua frente, quando tem seu primeiro encontro com um animal da espécie e uma pessoa lhe diz “olha um cachorro!” apontando para um pastor belga, a palavra cachorro passa a representar aquele animal específico. Logo outros cachorros aparecem, embora tenham certas semelhanças, nem sempre o são. Quando a palavra “cão” passa a representar uma classe de animais que possuem certos atributos o subsunçor cachorro foi formado (MOREIRA, 2011).

Quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, pensa-se que o problema pode ser revolvido com os chamados organizadores prévios para suprir a deficiência de subsunçores (material didático que resume os conceitos básicos e minimamente relevantes para o aprendizado). Porém, de acordo com Moreira (op.cit), se o aluno não tem subsunçores relevantes o melhor a se fazer é promover sua construção antes de prosseguir. Por exemplo, se para uma criança a palavra mesa (um símbolo linguístico) significa apenas a mesa de sua casa, ela não tem ainda o conceito de mesa, apenas uma representação. Para chegar ao conceito de mesa é necessário passar por representações de mesas. Uma vez construído o conceito, o mesmo passa a ser representado por um símbolo, geralmente linguístico. A aprendizagem conceitual geralmente ocorre quando o sujeito é capaz de perceber regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo, sem depender de um referente concreto do objeto para atribuir um significado (MOREIRA, 2011).

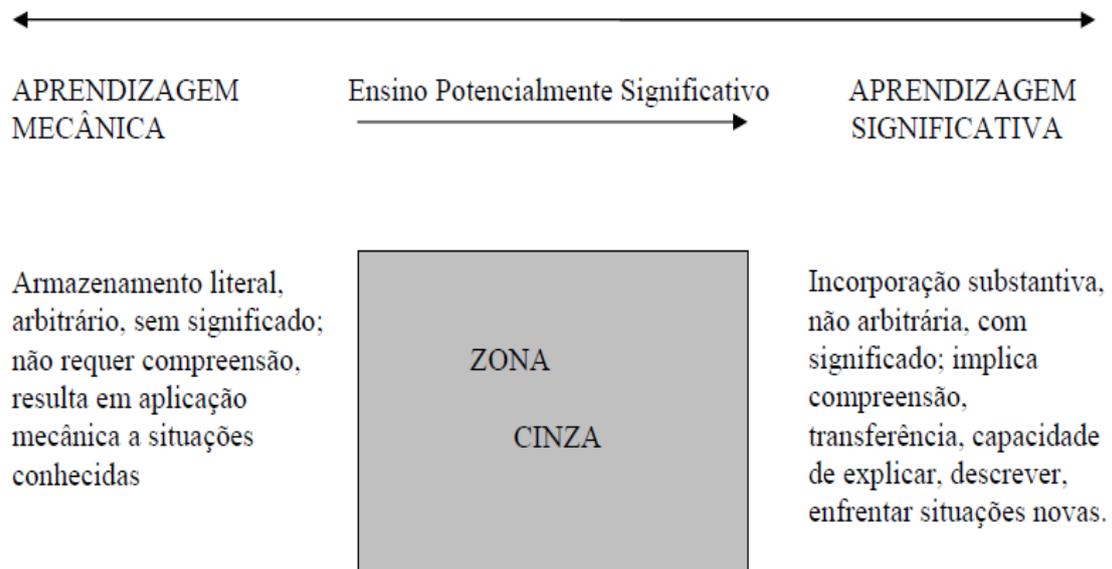
Em relação aos conceitos bloqueadores e a falta de subsunçores, imaginamos que entre dois grupos de indivíduos, um em que as pessoas não possuem um conjunto mínimo de subsunçores e outro em que os indivíduos possuem muitos conceitos bloqueadores, o segundo grupo terá maior dificuldade na aprendizagem, pois se faz necessário desconstruir os subsunçores errados. Será ainda mais trabalhoso se recusarem-se a brir mão dos conceitos bloqueadores, enquanto que o problema do primeiro grupo pode ser resolvido desenvolvendo os subsunçores.

Até agora falou-se muito em aprendizagem significativa, mas a aprendizagem mecânica é a que tem prevalecido nas escolas, uma aprendizagem de decoreba que tem sido incentivada e utilizada pelos estudantes. Também precisamos entender que ambas as aprendizagens não devem ser vistas como “coisas” isoladas, como dois extremos, uma dicotomia. Uma vez que existe um meio termo, deve existir uma zona intermediária que foi chamada de zona cinza. O ensino deve ser sempre focado em uma aprendizagem potencialmente significativa, mas é na zona cinza que, em geral, a maioria dos estudantes começa a aprender. Devemos focar o ensino na aprendizagem significativa, para que os estudantes caminhem da zona cinza para uma aprendizagem significativa de fato. Quando promovemos uma aprendizagem mecânica, a passagem para a significativa será um processo muito custoso e que levará muito tempo e que em muitos casos poderá não ocorrer (MOREIRA, 2011).

Para o estudante passar da zona cinza, que é o intermediário entre as aprendizagens, leva tempo, a maioria dos estudantes ao chegar na escola ou faculdade com uma aprendizagem mecânica internalizada vai passar pelo estágio da zona cinza, em que a aprendizagem mecânica e a significativa irão se misturar diversas vezes, em um processo natural. Atingir o nível da aprendizagem significativa demandará bastante tempo. Muitas vezes esse tempo é muito maior do que o semestre letivo que dura a maioria dos cursos universitários.

Cada indivíduo tem um tempo de aprendizagem, tempos diferentes de aprendizado. O indivíduo “a” leva um tempo para migrar da zona cinza para a “zona branca” da aprendizagem significativa, enquanto que o indivíduo “b” leva mais tempo para chegar lá. O trabalho contínuo certamente levará todos para a aprendizagem significativa. Grande parte do processo de aprendizagem ocorre na zona cinza, na região do mais ou menos, onde o erro é normal. Sem dúvida, bastante difícil a avaliação da aprendizagem significativa. Principalmente, porque implica uma nova postura frente à avaliação. É muito mais simples a avaliação do tipo certo ou errado, mas o resultado é, em grande parte, aprendizagem mecânica (ver Figura 5).

Figura 4: Uma visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica.



Fonte: MOREIRA, 2011.

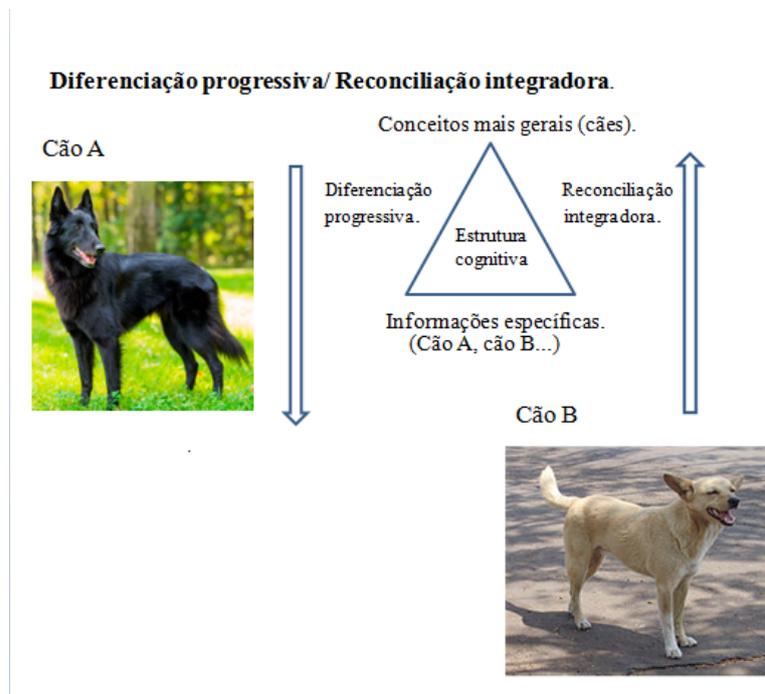
2.1.1 Diferenciação progressiva e reconciliação integradora

A figura 6 retrata a seguinte situação: o professor deve expor o conceito mais geral e em seguida ir explicando os detalhes (diferenciação progressiva) e retornar novamente ao conceito mais geral (reconciliação integradora). Nesse exemplo do cachorro, o conceito geral é “cachorro” mas na diferenciação progressiva o estudante vai percebendo que outro animal, de cor branca que não se parecem com o cachorro preto também é um cachorro.

A formação da estrutura cognitiva é caracterizada por estes dois processos, chamados diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Através de sucessivas interações de significados um dado subsunçor adquire novos significados, enriquecendo, cada vez mais capaz de servir de âncora para novas aprendizagens significativas. Por exemplo, consideremos o conceito de força. Uma criança que formou o conceito antes de chegar à escola, porém ela entende a força como esforço físico seja puxão ou empurrão, na escola ela vai aprender que na natureza uma força existe devido a massa dos corpos, a força gravitacional, que é atrativa, que é regida por uma determinada lei, etc. Para dar significado a essa força, para compreender que os corpos materiais se atraem, o aluno usará o subsunçor força presente em sua estrutura cognitiva com significado de seu cotidiano. Uma interação que ao mesmo tempo o subsunçor

(conceito) “força” ficará mais rico em significados, pois agora além de empurrão e puxão, força significa também atração entre corpos que tem massa (MOREIRA, 2011).

Figura 6: esquema ilustrativo do processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.



Fonte: elaborado pelo autor.

Mais adiante esse mesmo aluno poderá aprender sobre outra força fundamental da natureza, a força eletromagnética, que é devido a outra propriedade da matéria, a carga elétrica. O subsunçor força ficará mais diferenciado, porque significará também uma força que pode ser atrativa ou repulsiva e que pode manifestar-se, somente como força elétrica ou apenas como força magnética (PIRES, 2011). Seguindo essa linha de pensamento se esse mesmo aluno que no início só conhecia a força de puxar ou empurrar, continuar estudando Física, acabará por incorporar o subsunçor força as várias linhas da Física. Anos depois para esse aluno o subsunçor força terá significados relativos, à força gravitacional, à força eletromagnética, à força nuclear fraca e à força nuclear forte. Ele poderá ter aprendido também que essas são as únicas forças fundamentais da natureza, e todas as outras são subcategorias, casos particulares dessas quatro principais, pois todas as demais podem ser interpretadas como casos particulares dessas quatro. Mas para chegar a esse entendimento não basta apenas ir afunilando seu conhecimento e diferenciando progressivamente a ideia de força, seria necessário ter feito muitas reconciliações integradoras, as ideias de força (por

exemplo, força de atrito, força peso, força motriz, força centrífuga, força mecânica) devem ampliar o conceito, o subsunçor Força (MOREIRA, 2011).

Através de sucessivas interações, ou reconciliações integradoras, um dado subsunçor adquire novos significados, enriquecendo cada vez mais, sendo capaz de servir de âncora para novas aprendizagens significativas. A reconciliação integradora ocorre durante a aprendizagem combinatória, acontece quando ideias presentes na estrutura cognitiva (mente) são relacionáveis, permitindo que a estrutura se reorganize, promovendo novos significados para conceitos, relacionando ideias. A reconciliação integradora é um processo da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva que consiste em identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento, onde o aprendiz constrói seu conhecimento e o reconstrói à medida que vai e volta nos conhecimentos, elimina diferenças aparentes, resolver inconsistências e integra significados (op. cit.).

Quando o indivíduo aprende significativamente ele é capaz de diferenciar significados e percebe semelhança entre eles, tomando como exemplo uma criança que aprende a diferenciação progressiva, ele é capaz de distinguir um pastor belga de um lobo apesar da semelhanças (ver figura 7).

Figura 7: diferenças e semelhanças entre pastor belga e lobo.



Fonte: internet.

Quando aprender os dois conceitos irá entender que vários animais com diferenças ainda são cachorros (ver figura 8).

Figura 8: diferentes cães ainda são cães.



Fonte: internet.

Infelizmente, a maioria dos livros didáticos não promove a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Sua organização é linear, cronológica, lógica e não psicológica, começando com o mais simples e aumentando o grau de complexidade. Sua organização segue uma lógica, em que não é natural voltar, tendo como resultado esse enfoque uma aprendizagem mecânica. As disciplinas não promovem a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora (Moreira, 2011).

2.2 REVISÃO DO CONCEITO DE MOVIMENTO

O estudante leva para sala de aula algum conhecimento sobre Mecânica (foco do estudo desse trabalho) e raramente o que o estudante tem como concepção prévia é um conceito científico. Porém, não seria correto afirmar que o que o estudante sabe está errado, uma vez que várias vezes pode-se confirmar que as concepções espontâneas dos estudantes são concepções de Mecânica Aristotélica, teoria que por muitos anos foi considerada válida (HEWITT, 2015).

Desde o Renascimento, a ideia de repouso era o que vigorava a respeito de um objeto, a maioria dos pensadores, até meados do século XVI, acreditava que a Terra ocupava um

lugar apropriado, sendo inconcebível pensar que uma força fosse capaz de move-la (PIRES, 2011).

Foi o próprio Aristóteles quem criou as primeiras leis da Mecânica. Suas teorias sobre o movimento deram início ao pensamento científico e seus seguidores encararam suas ideias como verdade absoluta e imutável por quase 2.000 anos (HEWITT, 2015).

Aristóteles dividiu o movimentoterrestre em movimento natural e movimento violento. O movimento natural era aquele que os corpos, dependendo dos elementos que os constituíam, tinham a tendência natural a retonar a seu lugar natural. Na sua concepção, cada objeto no universo possui lugar apropriado e se esforça para retornar a seu lugar de origem determinado pela sua natureza (terra, água, fogo e ar). Os objetos deveriam cair com rapidez proporcional a seu peso, quanto mais pesado um objeto mais rápido deveria cair. O Movimento violento seria aquele que uma força seria necessária para manter o corpo em movimento, quando a força deixasse de atuar sobre o corpo, este voltaria para seu lugar natural, ou seja, o movimento imposto através de puxões ou empurrões. O vento, por exemplo, empurrava um navio que por sua vez se movia. Aristóteles, acreditava que um corpo só era capaz de permanecer em movimento caso algum força externa agisse sobre ele, e que se a força fosse interrompida, o corpo automaticamente iria parar (nosso pré-teste revelou que os nossos estudantes pensam exatamente assim!). Para Aristóteles, quando o objeto se encontra em seu lugar apropriado ele não tornará a se mover, a não ser que seja obrigado por uma força (HEWITT, 2015). Por muitos anos as pessoas acreditaram nessa teoria, chegando nos nossos, dias onde muitos estudantes carregam uma concepção aristotélica de movimento.

A revolução do pensamento sobre o movimento começou com o astrônomo polonês Nicolau Copérnico que desenvolveu sua teoria sobre o movimento da Terra, sendo o sol centro do universo. Ele trabalhou em segredo, por dois motivos, primeiro porque sua teoria era oposta a tudo o que havia sido estabelecido até o momento a respeito do movimento dos planetas e do sol. A ideia de o Sol ser o centro do universo e a Terra girar em torno do mesmo, era uma oposição a ordem estabelecida, e em segundo lugar porque ele próprio não estava totalmente certo de suas teorias. Não conseguia estabelecer elo entre a ideia da Terra em movimento e as ideias estabelecidas sobre o movimento que tinham o reconhecimento da Igreja Católica (PIRES, 2011).

Galileu foi o mais brilhante cientista do século XVII, derrubando a teoria de Aristóteles através de experimentos, o que alicerçou a teoria de Copérnico sobre o movimento. Ele fez experiências com objetos sobre planos inclinados de vários ângulos, comprovando que uma pedra com o dobro do peso da outra não caia com a metade do tempo,

conforme a teoria de Aristóteles dizia. O mesmo não acreditava na existência do vácuo. Para ele, o movimento sempre acontece em um meio, seja ar ou água, por isso para que o movimento se mantivesse deveria haver ação de uma força. Foi esse princípio que Galileu negou ao afirmar que caso não houvesse nenhuma interferência sobre um objeto móvel ele deveria seguir em linha reta infinitamente, mas acabou retrocedendo com suas ideias por medo de uma punição severa, mesmo assim foi enclausurado em casa até o fim de sua vida. Realizando os experimentos com planos inclinados, Galileu notou que as bolas que rolavam para baixo nos planos ganhavam mais velocidade a medida que desciam enquanto que as que rolavam em sentido oposto diminuía a velocidade, concluindo que bolas que rolassem sobre um plano horizontal não alterariam sua velocidade. A bola iria atingir o repouso por conta do atrito e não por sua “natureza”, conforme Aristóteles afirmava. Observou a questão do atrito também, em superfícies mais lisas, com menos atrito o movimento das bolas era mais prolongado que em superfícies menos lisas, ou seja, com maior atrito. Quanto menor o atrito mais próximo de uma constante a rapidez se tornava, chegando finalmente a conclusão que na ausência de forças opostas ou atrito o objeto se manteria em movimento horizontal eternamente. Na ausência de forças que retardassem o movimento da bola esta não ficaria mais lenta. Estava estabelecida aquilo que ele chamou de inércia, que é a tendência de as coisas resistirem a mudança de movimento (HEWIT, 2015; PIRES, 2011).

O conceito da inércia tirou a credibilidade aristotélica de movimento. Aristóteles, por não imaginar o movimento sem atrito, não reconheceu a ideia de Galileu. Para ele todo movimento estava sujeito a forças externas, isto era o centro de sua teoria de movimento. Não considerando o atrito uma força como as outras, o avanço da Física estagnou por quase 2000 anos até Galileu revolucionar com sua teoria. A aplicação do conceito de inércia iria revelar que a Terra não precisaria de força para se mover para frente, eis que Isacc Newton tinha caminho aberto para estabelecer uma nova visão do Universo (HEWITT, 2015).

Newton trabalhou a ideia da inércia e estabeleceu sua primeira lei, denominada lei da inércia: “Todo corpo permanece em seu estado inicial de repouso ou rapidez uniforme em linha reta, a menos que uma força resultante diferente de zero atue sobre ele”. E o que seria a chamada força resultante? Uma força pode ser ou um empurrão ou puxão, podendo ser gravitacional, elétrica ou magnética. Força resultante é o resultado da ação de todas as forças que atuam em um corpo ou sistema. (op. cit.).

A segunda lei de Newton pode ser enunciada da seguinte forma: “a aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante que atua sobre ele, tem o mesmo sentido que essa força e é inversamente proporcional à massa do objeto”. Em sua segunda lei, Newton

estabeleceu a relação fundamental entre as grandezas aceleração, força e massa (PIRES, 2011).

A terceira lei de Newton postula que: “sempre que determinado corpo exercer uma força sobre outro, este exercera uma força igual e em sentido oposto sobre o primeiro. Cada ação gera uma reação, onde não se pode dizer onde está a ação e onde está a reação, porque o processo é mutuo, uma não existe sem a outra”. Temos, como exemplo, quando uma pessoa apoia a mão sobre um paredão, ao mesmo tempo em que a mão exerce força sobre a parede esta exerce força sobre a mão. E não importa a massa, pode ser um menino empurrando um elefante: o módulo da força que o menino empurra o elefante e que o elefante empurra o menino são exatamente os mesmos. A diferença é que uma força exercida sobre uma massa pequena produz grande aceleração, enquanto a mesma força exercida sobre uma massa grande produz pouca aceleração (HEWITT, 2015).

As ideias aristotélicas são opostas as de Isaac Newton, e para que haja uma superação das dificuldades de compreensão dos conceitos científicos de Mecânica, um dos importantes processos de ensino e aprendizagem é a desconstrução de conhecimentos não científicos ao longo da vida do estudante, as chamadas concepções espontâneas. A Mecânica Newtoniana foi o primeiro sistema de conhecimento a alcançar status de ciência teórica e empírica, no sentido moderno (PIRES, 2011, p. 178).

Segundo Piazzzi (2007, p. 51), todos apresentamos tendência natural a nos dedicarmos mais àquilo que mais gostamos e nos sentimos mais seguros, e temos a tendência de deixar de lado aquilo que temos mais dificuldade, nos tornando cada vez melhores no que já somos bons e cada vez piores naquilo que já temos dificuldade. Frases como “eu sou da área de Humanas, não preciso aprender Matemática” ou “ eu odeio ler, mas tudo bem, eu sou de Exatas” são muito comuns e muitos estudantes têm caído nessa armadilha. Na Física, como é uma disciplina que grande parte dos estudantes apresentam dificuldades, estes acabam a deixando de lado.

3 METODOLOGIA

Com a finalidade de obter o diagnóstico da concepção espontânea de movimento em Mecânica dos estudantes de Física da Universidade Federal da Fronteira Sul, definiu-se que seriam aplicados “testes de diagnóstico” em três turmas, que chamaremos A, B e C. Estas turmas são dos cursos de Licenciatura em Educação do Campo: Ciências da Natureza,

Matemática e Ciências Agrárias, Agronomia e Engenharia de Aquicultura, totalizando 86 alunos matriculados. Todos estudantes fizeram o ingresso na Universidade utilizando o seu desempenho na prova do ENEM e, portanto, cursaram disciplinas de Física no nível médio. A aplicação dos testes se deu em dois momentos, antes e depois da instrução formal, e serão chamados de pré e pós-teste.

Os testes são constituídos de 30 questões, cada qual com 5 alternativas de escolha simples. Originalmente, os testes foram desenvolvidos e validados por grupos de pesquisa dos Estados Unidos e vêm sendo aplicados em grandes universidades para diagnóstico de aprendizagem. Na Universidade de Harvard, o grupo de pesquisa em ensino de Física do professor Eric Mazur vem aplicando testes como esses para avaliar a eficácia de metodologias de ensino. Uma de suas publicações intitulada “*Peer Instruction – A revolução da aprendizagem ativa*” foi traduzida para a língua portuguesa pela editora Penso. Esta obra contém a tradução de vários testes conceituais e o teste conceitual usado (Inventário sobre o Conceito de Força) encontra-se na íntegra neste trabalho (MAZUR, 2015).

As respostas deveriam ser assinaladas de acordo com aquilo que o estudante acreditava que iria acontecer naquela situação. Ao final, os estudantes tinham uma questão discursiva para descrever quais as maiores dificuldades que encontraram ao realizar o teste.

O pré-teste foi aplicado antes do estudo formal do conceito de movimento em Mecânica. O objetivo de aplicar o pré-teste não era o de medir o conhecimento prévio dos estudantes, mas sim suas concepções espontâneas. Não trata-se de medir certo ou errado, mas identificar a concepção prévia dos estudantes em movimento dentro da Mecânica.

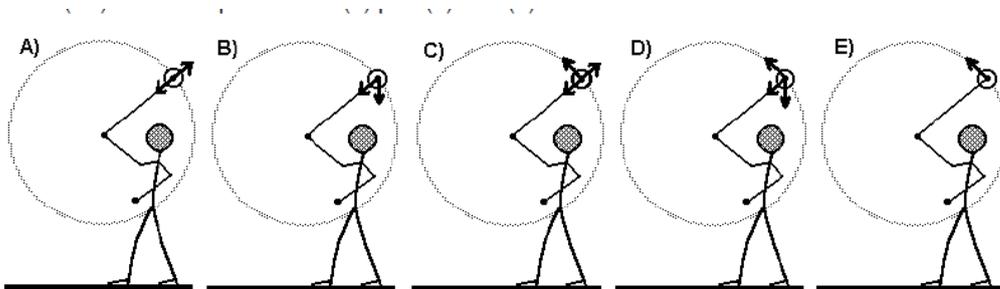
Após o pré-teste, o ensino formal científico foi aplicado às turmas A, B e C e após um tempo mínimo de duas semanas foi aplicado o pós-teste nas mesmas turmas. Desta vez o objetivo era saber se as concepções prévias dos estudantes tiveram ou não alguma modificação após o ensino formal.

Após o pós-teste é esperado uma melhora no escore da turma em relação ao pré-teste. Caso não haja melhora alguma, é indício de que a metodologia, ou enfoque, ou dinâmica, ou engajamento dos estudantes não foram adequados, necessitando de ajustes. As respostas definidas como científicas são as de concepção newtoniana. São estas respostas que somam pontos no escore do teste.

Na figura 9 é ilustrado um exemplo do tipo de questão abordada no teste. Utilizou-se esse exemplo porque não se pode anexar o teste utilizado no trabalho para não banalizar o mesmo, porque se trata de um teste que poderá ser utilizado outras vezes, se o anexássemos neste trabalho o acesso seria facilitado correndo o risco de invalidar o teste para futuros

trabalhos, desta forma selecionou-se um exemplo de questão que se assemelha-se com as questões do teste.

Figura 9: exemplo do tipo de questão aplicada no teste.



Fonte: SILVEIRA, 1992.

Enunciado da questão da figura 9: As figuras se referem a um menino que faz girar, uma pedra presa ao extremo de um fio, em trajetória circular, em um plano vertical. Em qual das figuras a(s) força(s) sobre a pedra está(ão) melhor representada(s) pela(s) seta(s)?

Análise da questão: Pela escolha do estudante é possível saber se ele entende as leis de Newton. Segue a explicação para as possíveis respostas:

- A) Uma força produzida para fora (centrífuga) e uma pela corda para dentro (centrípeta) indicam concepção espontânea de que deve haver um equilíbrio de forças para manter uma trajetória circular. Não há presença do subsunçor Inércia;
- B) A força da gravidade (vertical para baixo) e a força centrípeta produzida pela corda mostram a concepção cientificamente aceita (newtoniana);
- C) A mesma situação de A com a adição de uma força no sentido do movimento (elemento de concepção aristotélica);
- D) A mesma situação de B com a adição de uma força no sentido do movimento (elemento de concepção aristotélica);
- E) Apenas uma força no sentido do movimento, revelando uma concepção puramente aristotélica.

Os estudantes que não identificaram a alternativa cientificamente correta, que é a letra “B”, não desenvolveram o subsunçor Leis de Newton e Forças de Interação. Qualquer opção que não a “B” mostra concepção de senso comum, por exemplo a letra “E”, o indivíduo

acredita que a pedra apenas se movimenta por causa do movimento da corda, ou seja, que para haver movimento deve haver uma força (movimento violento).

Esta é uma questão utilizada apenas como exemplo das questões do teste, não está presente no teste, porque para que se pudesse utilizar o material precisaria ser utilizado na íntegra e não apenas algumas questões, o teste utilizado nesse trabalho pode ser encontrado no livro de Mazur (2015, p. 49).

Além das questões conceituais, como a ilustrada acima, foi incluída a seguinte discursiva:

“Em relação ao teste que você acabou de fazer. Escreva, de maneira geral, o que você achou mais difícil durante a realização do teste. Por exemplo, falta de tempo, dificuldade em entender os enunciados, etc. Por favor, seja o mais honesto possível na resposta. Você não será identificado. Este teste será muito importante para o planejamento desta CCR e no direcionamento das aulas. Por favor, escreva sua resposta no espaço delimitado abaixo.”

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

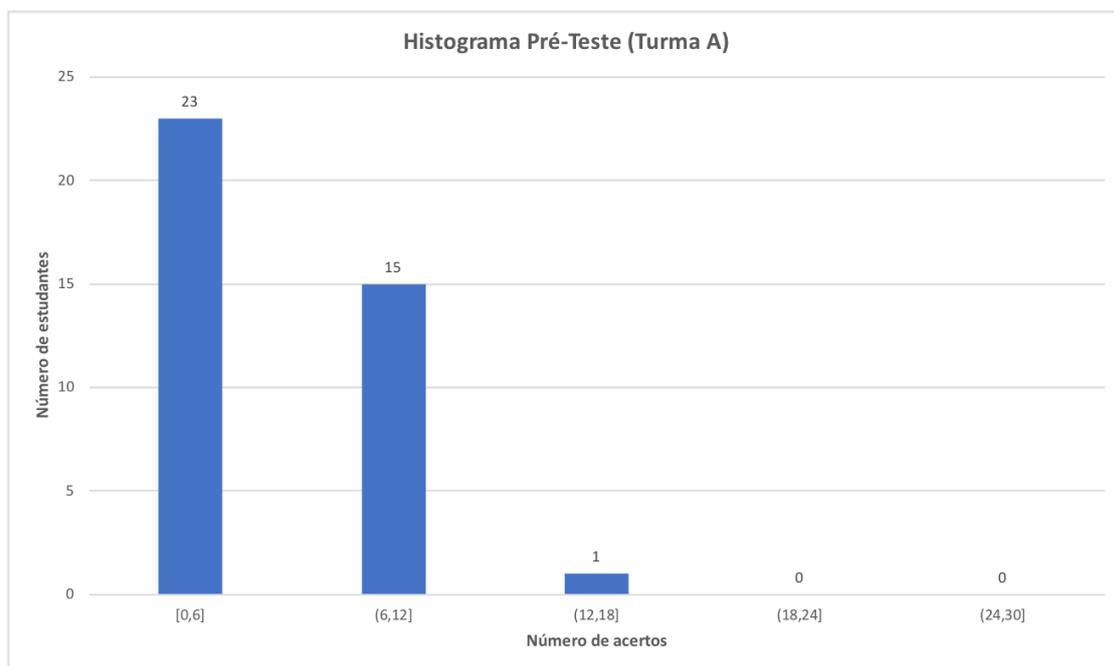
A forma de representação dos dados (percentual de acertos e tempos gastos para fazer o teste) dos pré e pós-testes serão apresentados em quadros, para melhor organização e visualização. Definiu-se acertos como as respostas que representam a concepção newtoniana de movimento e serão estas que computarão pontos no score.

4.1 PRÉ-TESTE

O número de estudantes que realizou o pré-teste foi de 73 dos 86 matriculados. Os dados do teste foram organizados em forma de histogramas para melhor visualização e organização. Os histogramas são compostos de 5 categorias de números de acertos, definidas de 0 a 6 acertos, de 7 a 12 acertos, de 13 a 18, de 19 a 24 e de 25 a 30, pois o número máximo de acertos é 30. Foi usado a simbologia de intervalos abertos “(“ e fechados “[“ ou “]”, sendo as categorias escritas como: $[0,6]$, $(6,12]$, $(12,18]$, $(18,24]$ e $(24,30]$. As categorias foram assim definidas, pois representam a zona de aprendizagem puramente mecânica $[0,6]$, a zona cinza para $(6,12]$ e $(12,18]$ e a zona de aprendizagem significativa para $(18,24]$ e $(24,30]$. O colchete significa que os extremos da categoria estão inclusos na categoria e o parênteses significa que os extremos não estão inclusos, por exemplo, a segunda categoria do primeiro histograma o 6 não está incluso na segunda categoria mas na primeira.

O histograma 1 corresponde ao número absoluto de acertos da turma A em que 39 estudantes realizaram o teste. Fica evidente que 23 estudantes estão na zona de aprendizagem puramente mecânica e que estes possuem essencialmente concepções alternativas (espontâneas) sobre os conceitos de Mecânica Newtoniana. Já na segunda categoria que está entre 6 e 12 acertos, 15 estudantes acertaram e encontram-se na zona cinza. Apenas 1 estudante atingiu a zona de (12-18], que ainda é a zona cinza, porém mais próxima a primeira zona de aprendizagem significativa (18,24]. Nenhum estudante acertou mais que 18 questões.

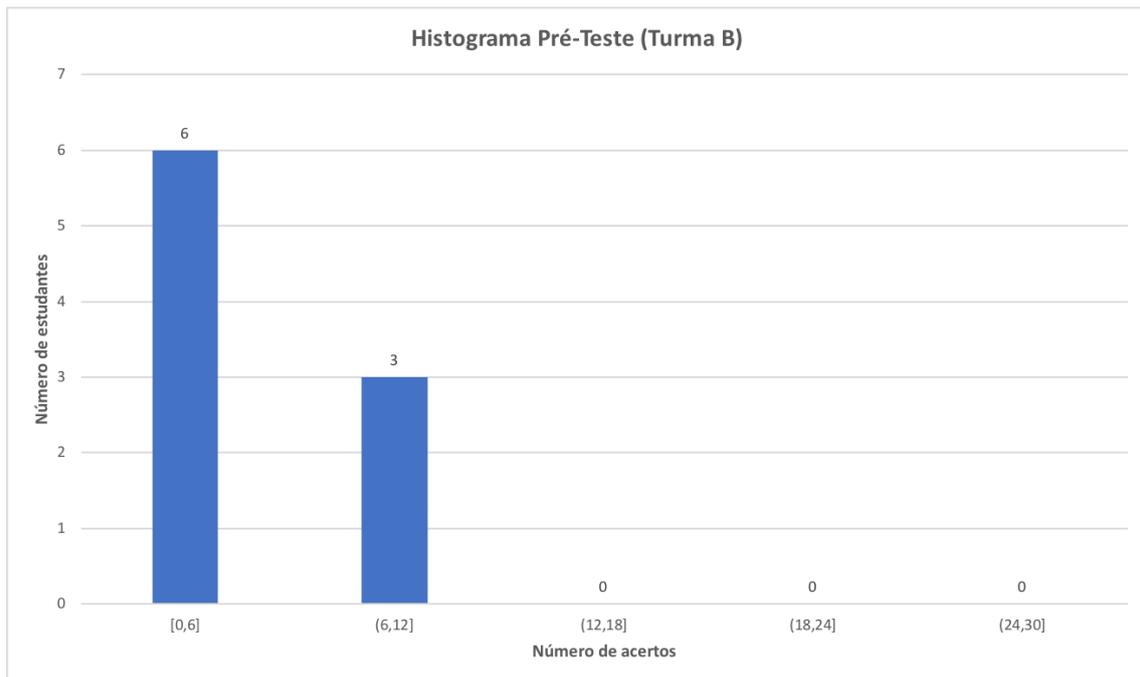
Histograma 1: representativo do percentual de acertos da turma A no pré teste.



Fonte: elaborado pelo autor.

O histograma 2 representa os acertos absolutos para o pré-teste da turma B. Análise prossegue da mesma forma. Dos 9 estudantes que fizeram o teste, 6 estão na zona [0,6] de aprendizagem puramente mecânica e 3 na (6,12], que é a zona cinza. Nenhum estudante acertou mais do que 12 questões, o que revela essencialmente concepções alternativas.

Histograma 2: representativo do percentual de acertos da turma B no pré teste.



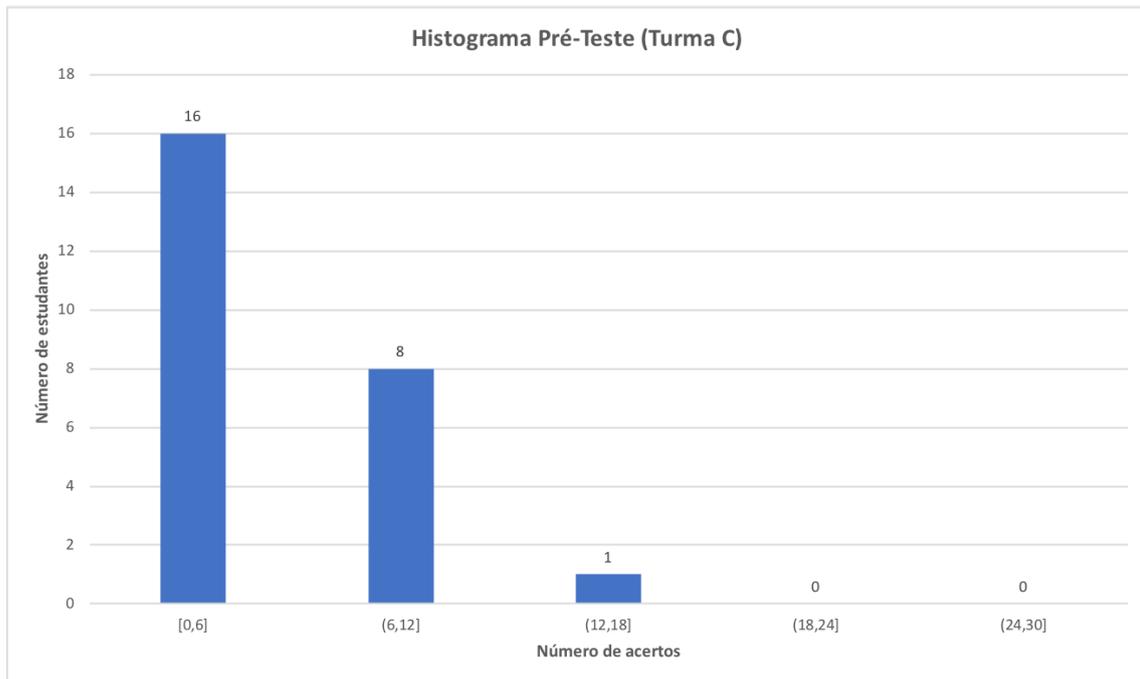
Fonte: elaborado pelo autor.

O histograma 3 do pré-teste da turma “C”, demonstra que a maioria dos 25 estudantes que realizaram o teste se encontra na zona de aprendizagem mecânica, estando na categoria de [0,6]. Apenas 8 estudantes se encontram na zona cinza, categoria de (6,12], e 1 estudante se encontra na zona cinza mais próxima da aprendizagem significativa, de (12,18]. Nenhum estudante acertou mais que 18 questões, o que também revela que a turma apresenta essencialmente concepções alternativas.

Em relação a questão discursiva apresentada no pré-teste, procederemos com a análise por turmas e a questão é dada abaixo:

“Em relação ao teste que você acabou de fazer. Escreva, de maneira geral, o que você achou mais difícil durante a realizações do teste. Por exemplo, falta de tempo, dificuldade em entender os enunciados, etc. Por favor, seja o mais honesto possível na resposta. Você não será identificado. Este teste será muito importante para o planejamento desta CCR e no direcionamento das aulas. Por favor, escreva sua resposta no espaço delimitado abaixo.”

Histograma 3: representativo dos percentuais de acertos da turma C no pré-teste.



Fonte: elaborado pelo autor.

Turma A

Entre as observações relatadas na questão discursiva estão: dificuldade de interpretação, questões longas e complexas, falta de concentração, falta de embasamento teórico, defasagem no conhecimento, questões extensas, falta de informação, influência negativa do meio externo como barulho de celular e cortador de grama, “pegadinhas nas questões”, figuras confusas, poucas figuras ilustrativas, enunciados confusos e repetitivos, falta de domínio de conteúdo, palavras desconhecidas.

Turma B

Na segunda turma entre as observações que os estudantes relataram na questão discursiva estão: enunciados confusos ou extensos, imagens pequenas dificultando a visualização, enunciado em uma folha e alternativas em outra, alternativas semelhantes que geravam confusão, questões complexas, barulhos externos, dificuldade de concentração e interpretação de enunciados, falta de informações, não conseguir fazer a associação da teoria

Um estudante utilizou a questão discursiva para expressar sua opinião sobre a abordagem do método avaliativo do professor, ou seja, ele entendeu o teste avaliação de concepção espontânea como uma prova. Outro escreveu “não sei se acertei, as respostas,

espero ter ido bem” quando na verdade não tratava de um teste para avaliar certo ou errado, mas para saber qual a concepção que traziam para sala de aula.

Turma C

Entre as observações que os estudantes relataram na questão discursiva estão: enunciados confusos dificuldade de raciocínio, questões complexas, dificuldade de interpretação tanto nos enunciados quanto nas imagens, alternativas muito semelhantes, não recordar conceitos que já conheciam, falta de dados, grau de dificuldade elevado para o nível em que se encontram (não entenderam que não era um teste avaliativo, mas para diagnosticar sua concepção prévia) dificuldade em física e até mesmo que o teste foi muito longo (apesar de nenhum estudante levar mais do que 46 minutos).

Uma resposta em particular chamou a atenção “... a CCR deve ser aplicada com mais paciência, pois é muito difícil.”, ou seja, entendeu que já na segunda semana de aulas estava sendo avaliado, fazendo prova. Outro estudante escreveu que não entendeu a finalidade das questões (a finalidade era identificar o que o estudante “pensa”).

Houve ainda os casos de testes entregues em todas as turmas sem a opinião do estudante. Percebemos que nas turmas menores, os estudantes levaram mais tempo para realizar os testes, o que entendemos como um indicativo de maior comprometimento. Porém, estas turmas não apresentam escores maiores que as demais. O quadro 1 tem como objetivo mostrar as médias do percentual de acertos das três turmas. Os resultados nos mostram que as turmas possuem grau de dificuldades semelhantes.

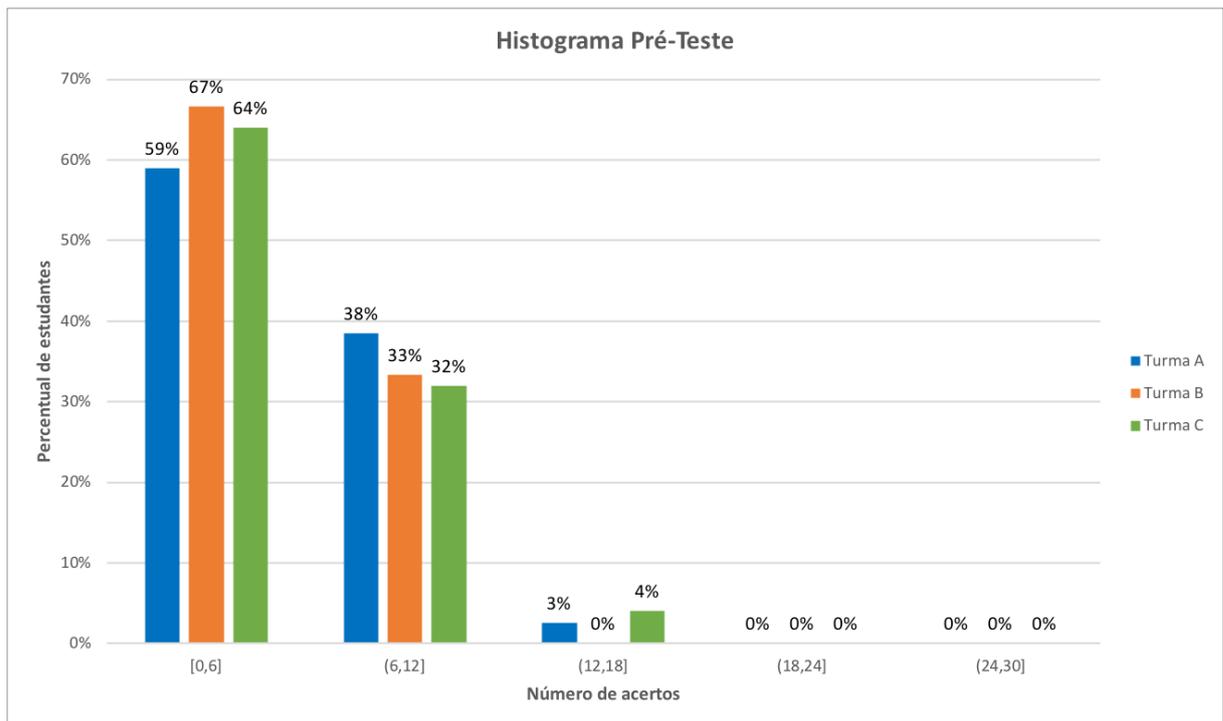
O histograma 4 representa as três turmas no pré-teste, indicadas pelas cores azul, laranja e verde, respectivamente, turmas A, B e C. Percebe-se que a grande maioria das três turmas se encontram na zona de aprendizagem mecânica, com 59% da turma A, 67% da turma B e 64% da turma C.

Quadro 1: Maiores e menores médias dos percentuais atingidos pelos estudantes das turmas A, B e C no pré-teste.

Pré-teste percentual de “acertos” das turmas					
Turma A		Turma B		Turma C	
Maior percentual	43,3%	36,7%	43,3%		
Menor percentual	6,7%	10,0%	3,3%		
Percentual médio da turma	19,8%	20,4%	21,1%		

Fonte: elaborada pelo autor.

Histograma 4: representando as três turmas no pré-teste.



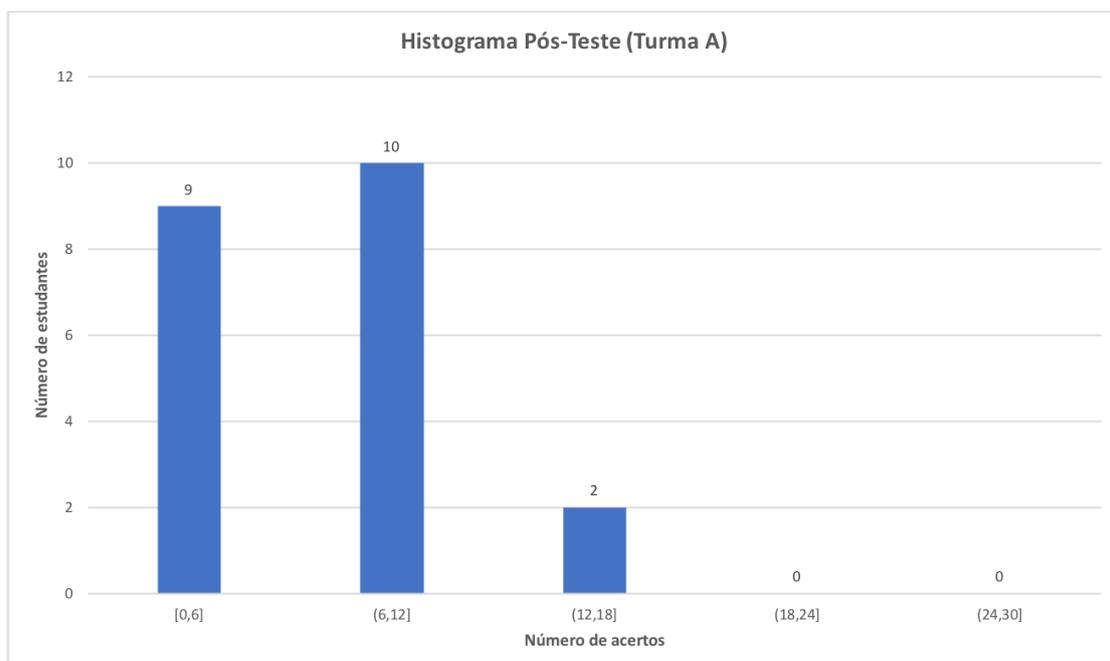
Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 PÓS-TESTE

O objetivo do pós-teste é identificar se houve alteração da concepção prévia dos estudantes. Por essa razão, o teste se repete, não sendo possível os estudantes terem decorado as “respostas certas” pois o professor não faz a devolutiva do pré-teste, nem discute as questões em classe. No pré-teste um total de 73 estudantes realizaram o mesmo, e no pós-teste este número diminuiu para 46. Alguns estudantes não realizaram o pós-teste, porque desistiram da disciplina e houve casos de alguns estudantes que estavam em viagem de estudos no dia da realização do pós-teste. O professor só foi informado deste fato posteriormente.

Percebe-se que estudantes migraram da zona de aprendizagem puramente mecânica para a zona cinza, mas nenhum estudante conseguiu atingir uma zona de aprendizagem significativa. O histograma 5 representa a turma A, em que 21 estudantes realizaram o pós teste; 9 estudantes se encontram na primeira categoria $[0,6]$, enquanto 10 estão mais próximos da zona de aprendizagem significativa, 2 estudantes estão na zona cinza que faz fronteira com a primeira zona de aprendizagem significativa. Não houve caso de estudantes que acertaram mais que 18 questões.

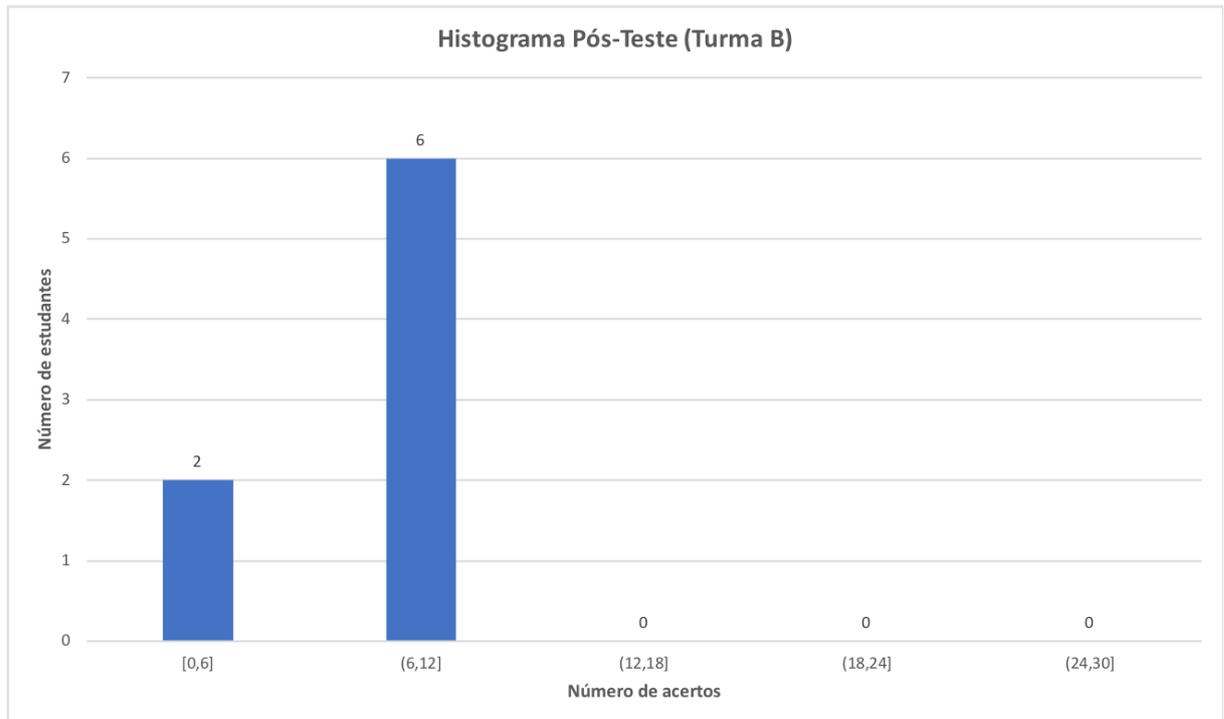
Histograma 5: representando o número de acertos absolutos da turma A no pós-teste.



Fonte: elaborado pelo autor.

O histograma 6 representa o pós-teste da turma B em que 8 estudantes realizaram o teste, 2 estudantes na zona mecânica, e 6 alunos mais próximos da zona cinza. Foi a turma que mais teve melhora, apesar de, novamente, nenhum estudante acertar mais que 12 questões.

Histograma 6: número de acertos absolutos da turma B no pós-teste.

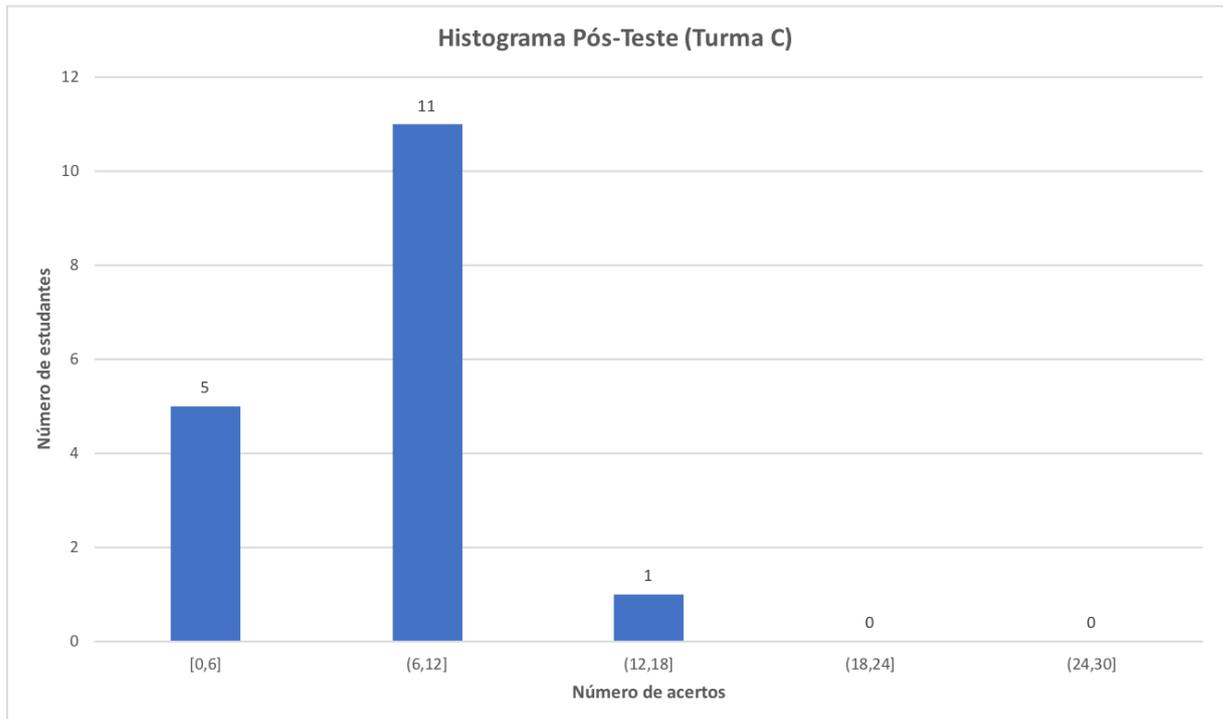


Fonte: Elaborado pelo orientador

Entre as observações que os estudantes relataram na questão discursiva estão: Dificuldade de compreensão do conteúdo de Mecânica, dificuldade de interpretação do teste, dificuldade de visualização dos problemas do teste, enunciados longos e confusos, grande quantidade de alternativas para assinalarem, dificuldade de relacionar a teoria com o problema, falta de informação. Talvez estas reclamações, em parte, devam-se ao fato de que um dos objetivos do teste seja o de tirar os estudantes da zona de conforto, propondo questões em situações distintas das trabalhadas em sala de aula. Expor o aprendiz a situações novas, é a única maneira de avaliar se a sua aprendizagem foi de fato significativa, pois que não haverá como esse ter memorizado a solução do problema (MOREIRA, 2011).

O histograma 7, da turma “C”, mostra que a maioria dos estudantes está na zona cinza de aprendizagem. Apenas 5 alunos permanecem na categoria [0,6], zona puramente mecânica, 11 na categoria (6,12] e 1 estudante está na zona cinza mais próxima da primeira zona de aprendizagem significativa. Nenhum estudante acertou mais que 18 questões.

Histograma 7: número de acertos absolutos da turma C no pós-teste.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na questão discursiva os estudantes relatam em cada uma das turmas:

Turma A

Dificuldade de interpretação dos exercícios, dificuldade no conteúdo de Mecânica, enunciados confusos.

Turma B

Entre as observações que os estudantes relataram na questão discursiva estão: dificuldade de compreensão do conteúdo de Mecânica, dificuldade de interpretação do teste, dificuldade de visualização dos problemas do teste, enunciados longos e confusos, grande quantidade de alternativas para assinalarem, dificuldade de relacionar a teoria com o problema, falta de informação.

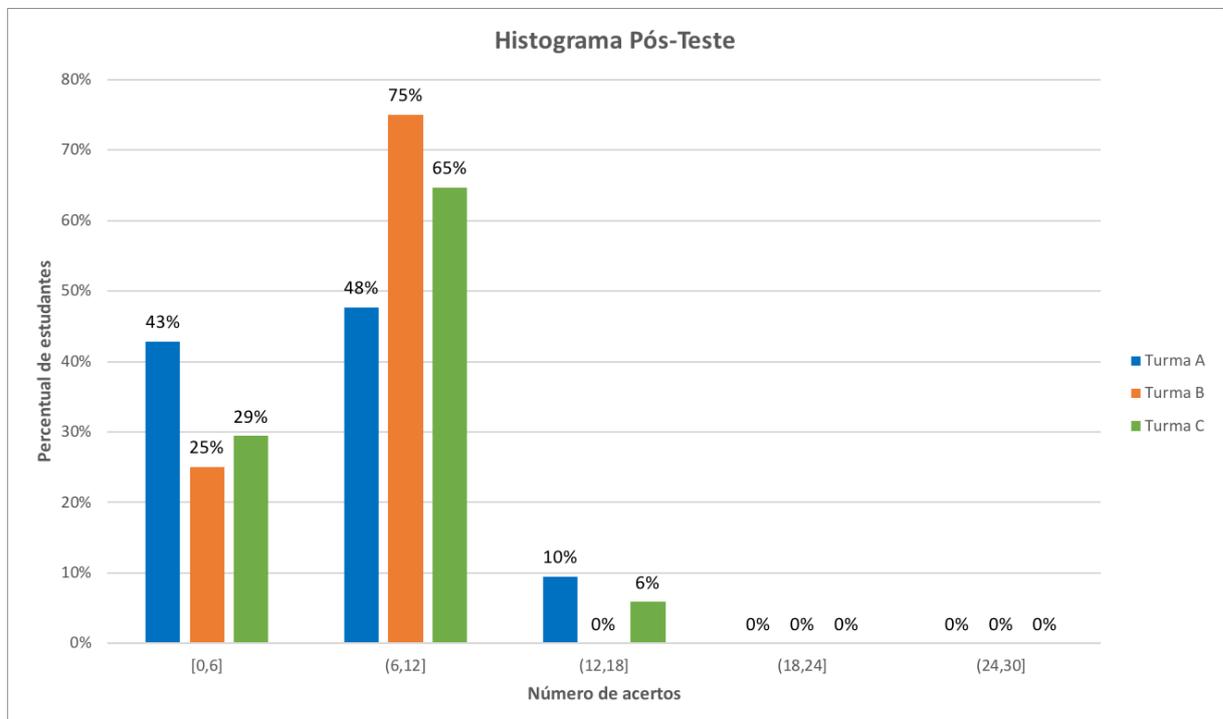
Turma C

Dificuldade de interpretação dos exercícios, questões complexas, alternativas propícias a gerar confusão (segundo eles, é claro), muito conteúdo para pouco tempo (mas ninguém levou mais do que 46 minutos e foi disponibilizado o dobro deste tempo), dificuldade em Física, falta de informações nos enunciados, falta de imagens (é interessante que muitos estudantes possuem grandes dificuldades de imaginar).

As três turmas tiveram testes entregues sem a resposta descritiva, por isso não foi possível saber quais dificuldades tais estudantes encontraram durante a realização do teste. As dificuldades de interpretação também são comuns nas três turmas de acordo com as respostas na questão discursiva.

O histograma 8 possibilita a visualização dos percentuais das três turmas no pós-teste, e percebe-se que diminuí os estudantes na zona de aprendizagem puramente mecânica e estes migram para a zona cinza. Isso é considerado uma vitória, já que, como revelou o pré-teste, as três turmas começaram com um grande percentual de estudantes na zona de aprendizagem puramente mecânica. Olhando o histograma, conclui-se que a turma que mais migrou estudantes para a zona de aprendizagem significativa foi a turma A.

Histograma 8: representando os percentuais de acertos das três turmas no pós-teste.



Fonte: Elaborado pelo orientador.

Analisando os resultados presentes no quadro 2 (pós-teste), percebemos um aumento de 25% nos escores das três turmas. A média das turmas aumentar esses 25% do pré para o pós-teste, significa que dentro do possível, teve-se resultados positivos. Porém, não são os mais animadores, já que gostaríamos de afirmar que nossos estudantes, em sua grande maioria, tivessem uma aprendizagem significativa. Pode-se dizer que a aprendizagem não foi de fato significativa porque já começaram muito abaixo do esperado (MAZUR, 2015).

Quadro 2: maiores e menores percentuais totais de acertos, atingidos pelos estudantes da turma A, B e C no pós-teste.

Pós teste Percentual de “acertos” das turmas					
Turma A		Turma B		Turma C	
Maior percentual	46,7%	40,0%		46,7%	
Menor percentual	10,0%	13,3%		10,0%	
Percentual médio da turma	24,9%	25,4%		25,5%	

Fonte: elaborada pelo autor.

Quadro 3: Maiores e menores tempos de realização do pós-teste nas turmas A, B e C.

Tempo de realização do pós-teste					
Turma A		Turma B		Turma C	
Maior tempo	00h51min	00h58min		00h47min	
Menor tempo	00h19min	00h23min		00h23min	
Tempo médio	00h33min	00h43min		00h35min	

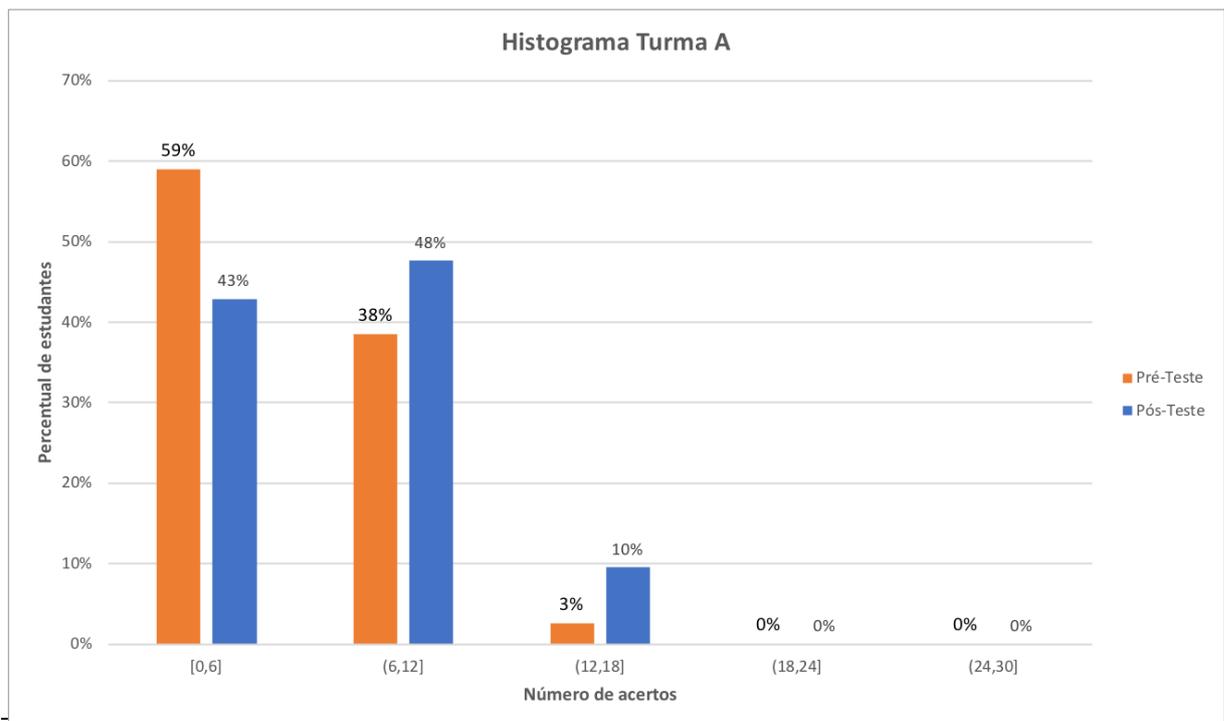
Fonte: elaborada pela autora.

As médias das três turmas na análise de dados do pós-teste, mostra que nenhuma das turmas atingiu a zona de aprendizagem significativa. Devemos lembrar que as médias de escores do pré-teste foram de aproximadamente 20%, o que indica que o aprendizado anterior deve ter sido mecânico e que, segundo Mazur (2015, p. 47), os escores do pré-teste deveriam iniciar entre 30% a 60% (zona cinza) para estudantes de ensino superior. O esperado para o

pós-teste seria um escore superior a 60%, o que significaria uma evolução da zona cinza para a “zona branca” (aprendizagem significativa), mas o nossos escores ficaram em torno de 25%, muito abaixo do desejável, mas obtivemos uma melhora de 25% nas três turmas, em relação ao pré-teste.

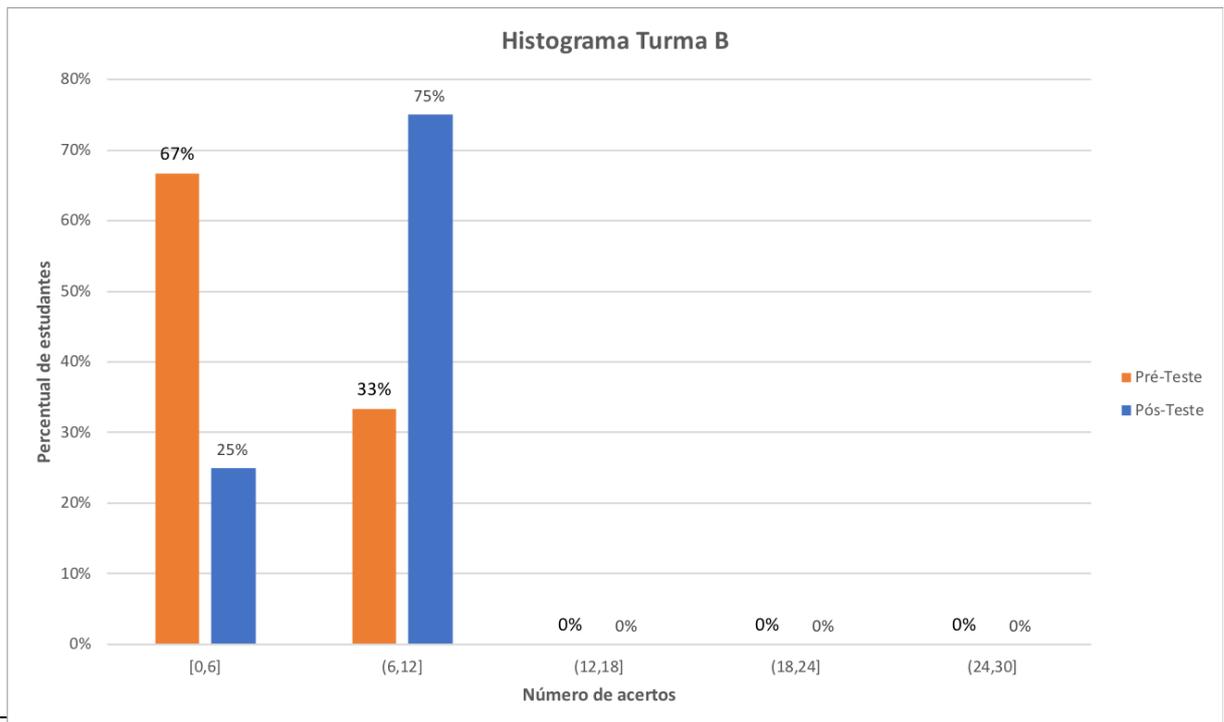
O histograma 9 mostra os resultados da turma A no pré e pós-teste. Em laranja, os percentuais de acertos no pré-teste e em azul, os percentuais de acertos no pós-teste. Vemos 59% na zona mecânica, [0,6), no pré-teste. Já no pós-teste a porcentagem nessa categoria diminuiu para 43%. Na categoria (6,12], zona cinza, aumenta de 38% para 48%. Enquanto que na categoria (12,18], próxima a primeira zona de aprendizagem significativa, temos um aumento relativo de 3% para 10%.

Histograma 9: percentuais de acertos da turma A no pré e pós-testes.

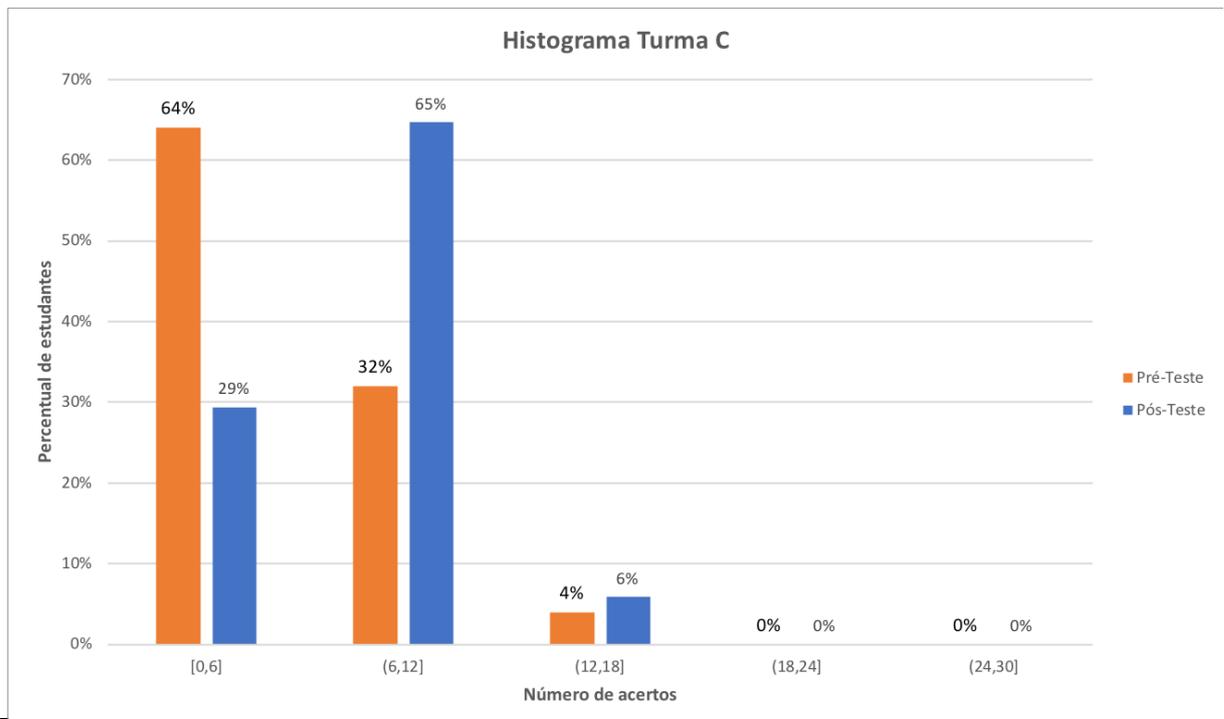


Fonte: elaborado pelo autor.

No histograma 10 da turma B, do pré para o pós-teste, é possível notar a melhora da turma, de 67% de estudantes na zona mecânica esse número caiu para 25% no pós-teste. Na categoria (6,12] eram 33% no pré-teste e no pós-teste o número subiu para 75%. Já na turma C (histograma 11), na categoria [0,6] estava 64% dos estudantes, 32% na categoria (6,12] e 4% na categoria (12,18]. No pós-teste, percebe-se a mudança nas categorias para 29%, 65% e 6%, respectivamente.

Histograma 10: percentuais de acertos da turma B no pré e pós-testes.

Fonte: elaborado pelo autor.

Histograma 11: percentuais de acertos da turma C no pré e pós-testes.

Fonte: elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pré-teste mostrou que a maioria dos estudantes tem concepções espontâneas semelhantes. Segundo Mazur (MAZUR, 2015), o esperado é um percentual de acerto entre 30% a 60 % para que ao final esse resultado cresça para valores iguais ou maiores que 70%.

A média de “acertos” das três turmas no pré-teste foi 20%. Diante de tais informações acreditávamos que ao final nenhuma das turmas atingiria o 70%, uma vez que já começaram com um resultado muito abaixo da média esperada, podendo, na melhor das hipóteses, atingirem a zona cinza (entre 30% a 60 %).

O pré-teste revelou concepções alternativas predominantemente não científicas com elementos do senso comum aristotélico. O percentual de 20% é um indicativo de uma aprendizagem puramente mecânica nos níveis de ensino fundamental e médio, ou seja, constatamos a tal defasagem de aprendizagem que tanto falamos que percebemos em nossos estudantes. A falta de subsunçores básicos é um dos principais obstáculos para a aprendizagem significativa, pois sem estes, os estudantes não têm onde ancorar os novos conceitos que estão sendo ensinados na sala de aula e tendem a repetir a mesma aprendizagem mecânica que tiveram nos níveis de ensino anteriores.

A baixa média de acertos no pré-teste (20%) indica a falta de **subsunçores** que possibilitem uma aprendizagem significativa. Na melhor hipótese, teríamos um aumento no percentual de acertos que nos levariam para a **zona cinza** (30% a 60%). Segundo Moreira (2011), numa situação ideal o professor deveria buscar construir os subsunçores que faltam, para ancorarem os novos conhecimentos e atingirem uma aprendizagem significativa. Porém, na prática cotidiana isso raramente ocorre. O currículo precisa ser cumprido. O professor precisa cumprir o cronograma e um semestre acaba sendo insuficiente para cumprir o currículo e formar subsunçores. Cumprir a ementa acaba sendo a prioridade exigida pelo sistema.

Com o pós-teste esperava-se perceber se haveria ou não modificação da concepção espontânea de movimento para uma concepção científica newtoniana (aprendizagem significativa). As três turmas cometeram muitos dos mesmos erros tanto no pré como no pós-teste. O que mostra muitos dos conceitos espontâneos podem estar bloqueando o processo de aprendizagem. Porém, pudemos observar no pós-teste que houve casos de estudantes que migraram para a zona cinza. As três turmas tiveram melhora significativa de 25% do escore em relação ao pré-teste, o que indica que a instrução formal da CCR surtiu efeito.

Esperamos que estes resultados auxiliem no planejamento das disciplinas nos próximos semestres e que permitam avaliar se novas metodologias e abordagens serão mais eficientes, no sentido de promover uma aprendizagem mais significativa.

REFERÊNCIAS

- FERNANDES, Elisângela. David Ausubel e a aprendizagem significativa. **Revista Nova Escola**. São Paulo, 01 dez. 2011. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa>>. Acesso em: 12 mar. 2018.
- FREIRE, Paulo. Educação “bancária” e educação libertadora. In: PATTO, Maria Helena Souza (org.). **Introdução à psicologia escolar**. 3. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997, p. 61-78.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 40. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015.
- MAZUR, Eric. **Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, Marco Antonio. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**. Brasília, v.1, n. 1, 2017a. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25190>>. Acesso em: 12 mar. 2018.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2017b.
- PIAZZI, Pierluigi. Quando estudar. In: _____. **Aprendendo Inteligência**. São Paulo: ALEPH, 2007, p. 57-68. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=451219>>. Acesso em: 1 jun. 2018.
- PIRES, Antonio S.T. **Evolução das Ideais da Física**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- SILVEIRA, F., MOREIRA, M.A. e AXT, R. Estrutura interna de testes de conhecimento em Física: um exemplo em Mecânica. **Enseñanza de las Ciencias**. Espanha, v. 10, n. 2, p. 187-194, 1992. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39820>>. Acesso em: 12 mar. 2018.