

Diálogo sobre as duas grandes ciências: mudanças conceituais em sala de aula

Juline Alves Marinho de Carvalho ^[1], Jacques Cousteau da Silva Borges ^[2]

[1] linevalho@gmail.com. Escola de Ciência e Tecnologia – UFRN. Campus Universitário. Natal-RN ; [2] cousteau.borges@ifrn.edu.br. Lab. Física – IFRN, Av. Senador Salgado Filho, 1559. Tirol. Natal-RN

RESUMO

O estudo da dinâmica hoje é basicamente realizado em sala de aula com quadro, professor, livro e alunos, onde não existe um estímulo à curiosidade pelos conceitos de força e movimento. Vemos também que as respostas dos alunos, quando questionados sobre estes conceitos, remetem às ideias defendidas por Aristóteles, isto é, as concepções prévias dos discentes de assemelham à ideia aristotélica de movimento. Analisaremos as concepções prévias dos alunos os quais não tiveram acesso ao conhecimento formal sobre o conteúdo em sala de aula em comparação aos alunos que tiveram acesso a esse conhecimento. Analisou-se como a concepção prévia dos alunos se relaciona com o ensino de Física tradicional, que nem sempre consegue modificar essas concepções, o que pode gerar uma confusão por parte dos alunos, pois percebeu-se que após as aulas, a compreensão destes sobre o movimento dos corpos se tornou bastante confusa, misturando conceitos levantados em sala de aula (Galileu e Newton) com a sua experiência cotidiana (Aristóteles). Para comparação, também analisou-se os resultados obtidos com alunos no curso superior na área de ciência e tecnologia, demonstrando, assim, que nem sempre é fácil para o ensino de Física modificar uma concepção pré-existente dos fenômenos físicos experimentados no cotidiano.

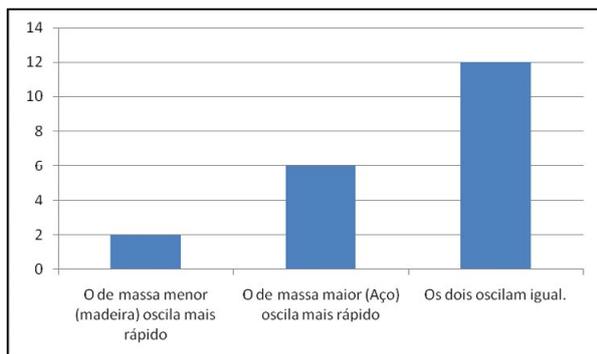
Palavras-chave: Concepções espontâneas, Galileu Galilei, História da ciência, Ensino de Física.

ABSTRACT

The study of the dynamics of today is basically done in the classroom with a whiteboard, teacher, book and students where there is a stimulus to curiosity about the concepts of force and motion. We also see that the students' responses when asked about these concepts, ideas and refer defended by Aristotle, that is, the students' preconceptions about the idea of similar Aristotelian motion. We will analyze the preconceptions of students who had no access to formal knowledge on the content in the classroom compared to students who had access to this knowledge. We analyzed how the preconception of students relates to the traditional teaching of physics, which can not always change these conceptions, which can lead to confusion on the part of students, because it was noticed that after class on understanding these the motion of bodies became quite confused, mixing concepts raised in class (Galileo and Newton), with their everyday experience (Aristotle). For comparison, we also analyzed the results with students in higher education in science and technology, thus demonstrating that it is not always easy to teach Physics, modify a pre-existing conception of physical phenomena experienced in everyday life.

Keywords: Spontaneous conception, Galileo Galilei, History of science, Physics teacher.

Figura 3 – Questão 01 – Alunos do 1º ano do ensino superior

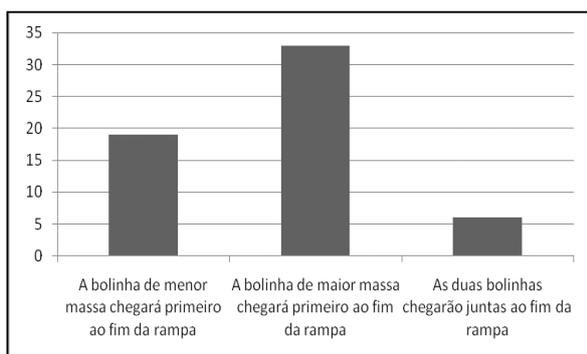


Nessa questão esses alunos demonstraram que o conceito de queda-livre é associado ao movimento do pêndulo, o que era esperado para esse grupo, pois concluíram o ensino médio e na Universidade assistiram aula sobre mecânica.

Na pergunta seguinte, observamos as respostas dos alunos sobre essas mesmas “bolinhas”, com mesma geometria e massas distintas, porém sendo largadas a partir do repouso do topo de uma rampa (plano inclinado). O questionamento foi: qual delas chegaria primeiro ao solo? O aluno cujo pensamento fosse condizente com Galileu afirmaria que as duas chegariam juntas ao final do plano inclinado. Se mantivesse o pensamento aristotélico afirmaria que a “bolinha” de maior massa chegaria primeiro.

Segundo a maioria dos alunos do 1º ano do ensino médio, os quais não tiveram aula sobre mecânica, a “bolinha” de maior massa chega primeiro ao fim da rampa, pois possui maior velocidade (influência da aceleração da gravidade), como podemos observar na Figura 4.

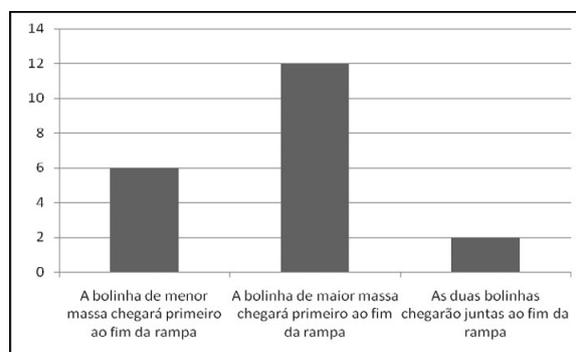
Figura 4 – Questão 02 – Alunos 1º ano do ensino médio, sem aula do conteúdo.



Nessa situação, mantiveram o raciocínio com a situação abordada na primeira questão, praticamente homogêneo, com um pequeno aumento no número de alternativas marcadas, ou seja, corroboram a teoria Aristotélica, com uma porcentagem de 56,89%.

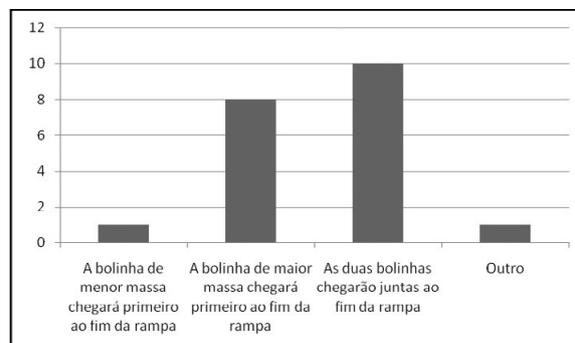
Já os alunos que tiveram aula do conteúdo não mantiveram o pensamento Galileano demonstrado na primeira situação. Para eles, a “bolinha” de maior massa chega primeiro ao fim da rampa com uma porcentagem de 60% e a alternativa na qual as “bolinhas” chegariam juntas teve o menor índice de resposta, com apenas 10% das expectativas de resposta, como podemos verificar na Figura 5. Percebe-se que esses alunos não relacionaram a primeira situação com esta, divergindo no pensamento, quanto ao movimento.

Figura 5 – Questão 02 – Alunos 1º ano do ensino médio, após aula do conteúdo



Os alunos do Bacharelado em Ciências e Tecnologia responderam que as “bolinhas” chegariam juntas ao fim da rampa, isto é, corroboraram a visão Galileana, porém a diferença entre o número que pensam de acordo com Galileu e os que passaram a pensar com Aristóteles foi de apenas 10%.

Figura 6 – Questão 02 – Alunos 1º ano do ensino superior.

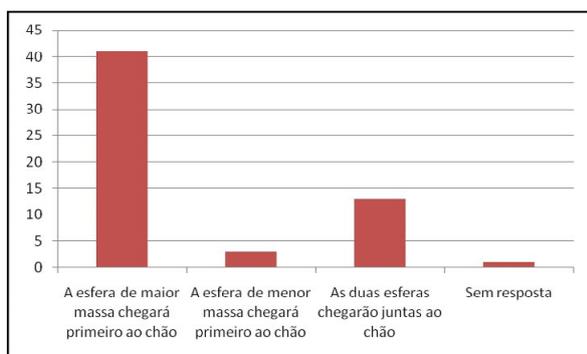


Outra característica foi que 10% desses alunos afirmaram que existe uma quarta opção para essa situação. Segundo eles, a quarta situação iria depender do atrito entre as “bolinhas” e a rampa, não ficando claro como seria o comportamento influenciado pela presença desse atrito, como fica claro na Figura 6.

Na terceira pergunta, duas esferas com mesmas dimensões e massas diferentes são soltas do repouso de uma mesma altura e questionamos o que ocorreria, se a de massa menor chegaria primeiro, se a de maior massa chegaria primeiro ou se chegariam juntas ao solo. Essa situação é de queda – livre, ou seja, a resposta certa seria que chegariam juntas, independente da massa, conforme a teoria de Galileu. Segundo Aristóteles, a de maior massa chegaria primeiro, já que a maior massa adquiriria maior velocidade, pois é formada pelo elemento terra em maior quantidade quando comparada com a de menor massa.

Os alunos do 1º ano, os quais não assistiram aula de mecânica, em sua grande maioria, afirmaram que a esfera de maior massa chega primeiro ao solo, como podemos observar na Figura 7.

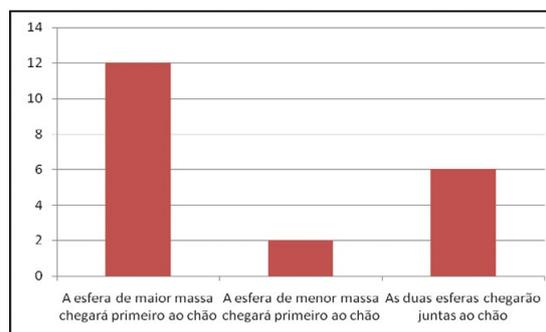
Figura 7 – Questão 03 – Alunos 1º ano do ensino médio, sem aula do conteúdo



Esse grupo corrobora com a visão Aristotélica, com uma porcentagem de 70,69% das respostas. Nessa questão, 1,72% afirmaram não ter resposta para esse problema, o que era esperado, tendo em vista que estes alunos trazem de sua experiência cotidiana a visão de que o corpo mais “pesado” chega primeiro ao solo.

No grupo de alunos do 1º ano que tiveram aula desse conteúdo, prevaleceu a visão, isto é, afirmaram que a esfera de maior massa chega primeiro ao chão com uma porcentagem de 60% das expectativas de resposta. Já a alternativa na qual as esferas chegariam juntas, teve 30% das expectativas de resposta, como podemos analisar na Figura 8.

Figura 8 – Questão 03 – Alunos 1º ano do ensino médio, após aula do conteúdo



Nessa situação negaram o pensamento Galileano, apresentado na primeira questão, mantendo o pensamento aristotélico demonstrado na segunda questão. O que demonstra que, mesmo após terem tido aula do conteúdo, essa não foi suficiente significativa para modificar a concepção prévia existente sobre a queda dos corpos.

Já entre os alunos do 1º ano do ensino superior, todos os alunos afirmaram que as duas esferas chegariam juntas ao chão, confirmando a visão Galileana para queda livre, como podemos observar na Figura 9.

Figura 9 – Questão 03 – Alunos 1º ano do ensino superior



Este é um resultado esperado, pois suponha-se que esses alunos passaram por um rigoroso processo seletivo (vestibular) e detinham, portanto, o conhecimento necessário para responder essa pergunta de forma correta. Nessa questão podemos notar que a ideia de queda-livre ficou clara para os alunos, logo a resposta foi condizente com esse conceito, porém nem todas as questões até agora analisadas foram respondidas de maneira satisfatória com esse conceito, isto é, para os alunos a queda-livre só fica evidente

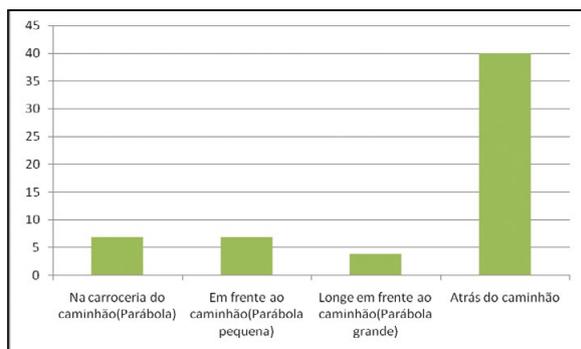
quando largamos um objeto de uma determinada altura no repouso, com queda vertical.

Na questão seguinte foi apresentada a situação: o aluno observaria do solo a carroceria de um caminhão em movimento retilíneo uniforme, na qual outra pessoa jogaria uma “bolinha” para cima e foi mostrado em forma de gravura quatro possíveis trajetórias dessa “bolinha”. Essa situação é também conhecida como “trem de galileu” (LOPES, 2007). Caso o aluno pensasse como Aristóteles, afirmaria que a “bolinha” cairia atrás da carroceria do caminhão. Segundo a visão de Galileu, afirmariam que ela cairia na carroceria do caminhão.

De acordo com a maioria dos alunos do 1º ano do ensino médio, os quais não tiveram aula do conteúdo, a “bolinha” cairia atrás da carroceria do caminhão, como podemos observar na Figura 10.

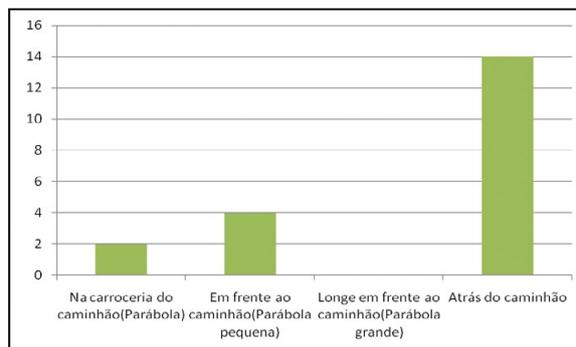
Essa amostragem é condizente com a concepção Aristotélica, ou seja, enquanto a “bolinha” descreve o movimento de chegar ao solo, o caminhão percorre uma distância do local onde a “bolinha” foi lançada. Essa opção teve uma porcentagem de 68,96%. Nessa situação, apenas 12,06% concordam com a concepção Galileana, ou seja, que a “bolinha” cai na carroceria do caminhão, mesmo que ele tenha percorrido uma distância, isto é, da mesma forma que o caminhão percorreu uma distância, a “bolinha” também percorre essa distância, pois estão em um único sistema.

Figura 10 – Questão 04 – Alunos 1º ano do ensino médio, sem aula do conteúdo



Entre os alunos do 1º ano do ensino médio, os quais assistiram aula do conteúdo, a grande maioria afirmou que a “bolinha” cai atrás da carroceria do caminhão, com uma porcentagem de 70%, como podemos analisar na Figura 11.

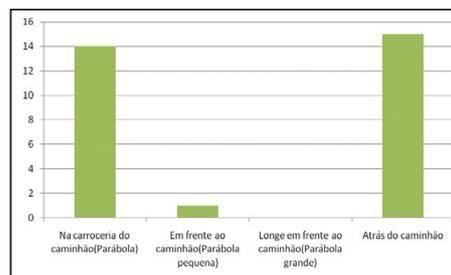
Figura 11 – Questão 04 – Alunos 1º ano do ensino médio, após aula do conteúdo



Nessa situação mantiveram a visão Aristotélica, pensando da mesma maneira como os alunos que não assistiram aula, ou seja, enquanto a “bolinha” descreve o movimento de chegar ao solo, o caminhão percorre uma distância do local onde a “bolinha” foi lançada. Manteve-se o resultado das últimas três questões, com apenas 10% das expectativas de respostas de acordo com a visão Galileana.

No grupo de alunos do 1º ano do curso universitário, a diferença entre a visão Aristotélica e a visão Galileana foi mínima, prevalecendo a aristotélica em 10%, como podemos observar na Figura 12.

Figura 12 – Questão 04 – Alunos 1º ano do ensino superior

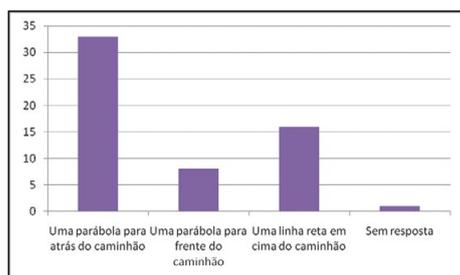


Na questão 5 a situação foi semelhante à questão anterior. Nela, o aluno se encontrava na carroceria do caminhão e jogaria a “bolinha” para cima, observando a trajetória descrita por ela. De acordo com a concepção aristotélica, a “bolinha” cairia atrás da carroceria do caminhão em forma de parábola. Já segundo Galileu, cairia na carroceria do caminhão descrevendo uma trajetória reta.

Entre os alunos do 1º ano do ensino médio, os quais não assistiram aula de mecânica, a maioria afirmou que a “bolinha” descreve uma parábola e cai

atrás da carroceria do caminhão, com uma porcentagem de 56,86%, de acordo com a Figura 13.

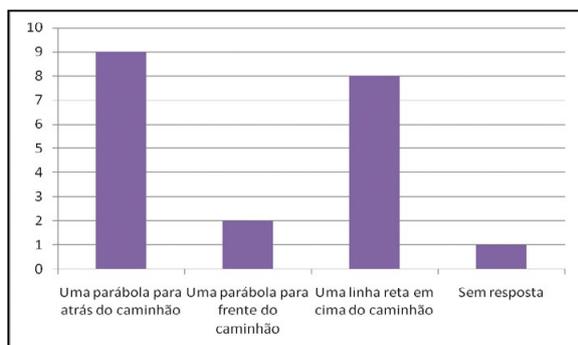
Figura 13 – Questão 01 – Alunos 1º ano do ensino médio, sem aula do conteúdo



Esse grupo mantém a teoria aristotélica apresentada nas outras questões, isto é, apesar de estarem na carroceria do caminhão, continuam a pensar que a “bolinha” cai atrás do caminhão, pois enquanto a “bolinha” descreve o movimento de chegar ao solo, o caminhão percorre uma distância do local onde a “bolinha” foi lançada. Essa afirmação teve 56,89% das expectativas de resposta e apenas 27,58% das respostas foram condizentes com Galileu.

Na amostragem dos alunos do 1º ano do ensino médio, os quais assistiram aula de mecânica, estes afirmaram que a “bolinha” descreve uma parábola caindo atrás da carroceria do caminhão, com uma porcentagem de 45% das expectativas de resposta, como podemos observar na Figura 14.

Figura 14 – Questão 05 – Alunos 1º ano do ensino médio, após aula do conteúdo

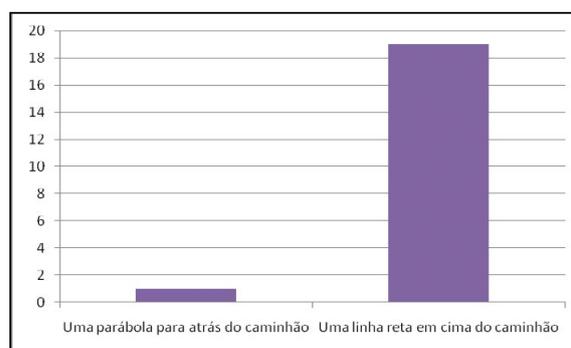


Nessa situação, apesar da maioria ter corroborado com a visão Aristotélica, podemos observar que houve praticamente a mesma quantidade de alunos que pensaram como Galileu, demonstrando que quando os alunos são associados ao sistema no qual ocorre o movimento, começam a pensar como uma

unidade, ou seja, a “bolinha”, a caminhão e o aluno descrevem o mesmo movimento horizontalmente. A diferença entre os que corroboram Aristóteles e os que pensaram como Galileu foi de 10%.

Já entre os alunos do 1º ano do ensino superior, a maioria afirmou que a “bolinha” descreve uma linha reta e cai em cima da carroceria do caminhão, isto é, afirmam a visão Galileana, com 95% das expectativas de resposta, como podemos analisar na Figura 15.

Figura 15 – Questão 05 – Alunos 1º ano do ensino superior

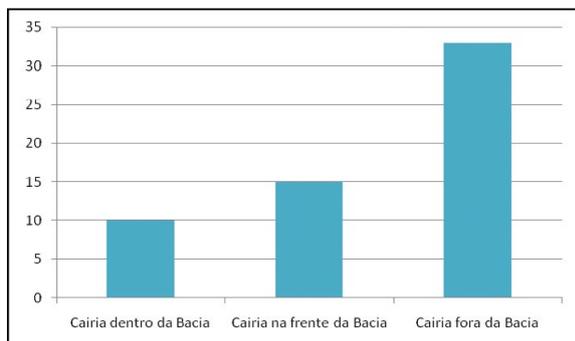


Nessa última situação, imaginamos que o aluno estaria dentro de um navio, em movimento retilíneo uniforme, no qual colocaríamos certa quantidade de água caindo em gotas em uma bacia para ele observar a trajetória dessas gotas com o passar do tempo. Depois demonstramos as possíveis trajetórias que as gotas poderiam descrever em forma de desenho e, por fim, questionamos a trajetória descrita por elas. Pensando como Aristóteles, o aluno afirmaria que as gotas cairiam fora da bacia (atrás da bacia). Já pensando como Galileu, afirmaria que as gotas descreveriam uma trajetória reta, caindo dentro da bacia.

Entre os alunos do 1º ano do ensino médio, os quais não assistiram aula do conteúdo, a maioria afirmou que as gotas caíam fora da bacia, com 56,96% das expectativas de resposta, de acordo com a Figura 16.

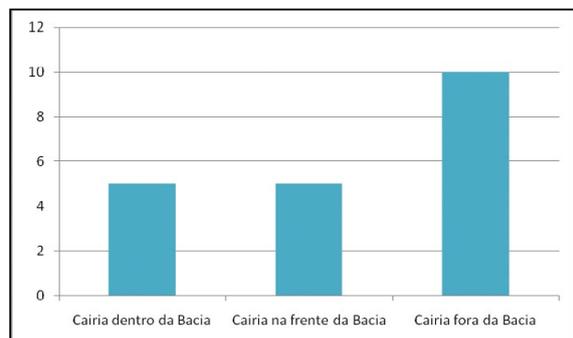
Esses alunos são condizentes com a teoria Aristotélica, entre eles apenas 17,24% pensam como Galileu, ou seja, afirmaram que as gotas cairiam na bacia.

Figura 16 – Questão 06 – Alunos 1º ano do ensino médio, sem aula do conteúdo



No grupo de alunos de 1º ano do ensino médio, os quais assistiram aula de mecânica, metade deles afirmaram que as gotas cairiam fora da bacia, conforme Figura 17.

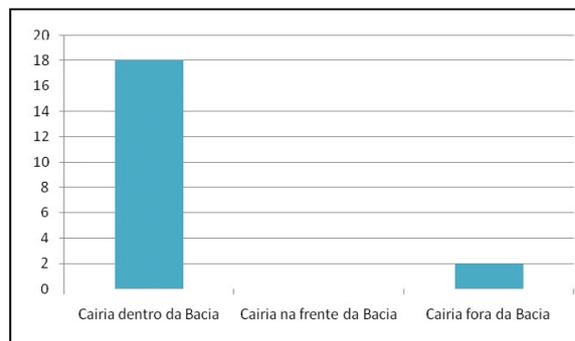
Figura 17 – Questão 06 – Alunos 1º ano do ensino médio, após aula do conteúdo



Metade deles foram condizentes com a visão de Aristóteles, mantendo as tendências apresentadas nas questões anteriores. Entre eles, 25% foram condizentes com Galileu, isto é, afirmaram que as gotas cairiam dentro da bacia.

Entre os alunos do 1º ano do ensino superior, a maioria afirmou que as gotas cairiam dentro da bacia concordando com a visão Galileana, numa porcentagem de 90%, como podemos observar na Figura 18.

Figura 18 – Questão 06 – Alunos 1º ano do ensino superior



Essa resposta também era de esperar, pois nessa situação o aluno está observando o movimento das gotas em cima do navio, ou seja, o aluno participa do movimento, logo, ele, a bacia e as gotas se movimentam juntos. Quando os alunos se deparam com esse tipo de sistema, a maioria responde de maneira satisfatória, isto é, de acordo com Galileu.

5.3 Questões discursivas

Na terceira parte do trabalho foram elaboradas duas questões discursivas nas quais os alunos ficaram livres para expressar o entendimento pelas afirmações a qual tiveram acesso. Nelas, a visão de Aristóteles e Galileu foram explicitadas. O intuito era estabelecer como a concepção prévia (conhecimento de mundo), os conceitos estudados em sala de aula foram apreendidos e como esses dois conhecimentos são expressados pelos alunos.

A primeira abordava a ideia de Heliocentrismo (Sol com o centro do Universo) pesquisada por Galileu com o auxílio do telescópio em confronto com a ideia Geocêntrica (Terra como centro do Universo), e quais implicações sobre a humanidade atualmente, caso continuássemos a pensar como na Idade Média. Lembrando, também, que essas duas teorias não são explicadas somente na disciplina de Física no ensino médio. Geografia e História falam a esse respeito com uma abordagem um pouco diferente, porém, a explicação básica é a mesma.

A última abordava o conceito de força e movimento. A ideia expressada se resumia à afirmação de Aristóteles, que se atirássemos uma flecha com uma determinada força, ela permaneceria em movimento, já que a força permaneceria nela, fazendo com que o movimento continuasse.

Para a primeira pergunta, as respostas do grupo de alunos do 1º ano do ensino médio, os quais não assistiram aula sobre Física, porém estudaram Geografia e História sobre o Heliocentrismo e as possíveis implicações para o mundo atual se ainda acreditássemos que a Terra é o centro do universo, ficaram, em sua maioria, em branco e/ou se resumiram a “não sei”. Algumas das que ocorreram foram:

AS1: “Não faço a mínima ideia.”

AS2: “A humanidade seria muito tola.”

Nessas duas respostas podemos notar que os alunos fizeram uma associação sobre o tema Heliocentrismo abordado na sala pelas disciplinas de Geografia e História, apesar de não saber em como deveriam responder, pois ainda não assistiram aulas de Física. Podemos notar isso principalmente em AS2, já que essa fala se remete a um senso comum quando se assiste aula de História sobre Idade Média, uma alusão do quanto a humanidade dessa época é considerada tola pelo conhecimento do qual detinham.

AS3: “A mais provável pergunta possivelmente seria: de que forma a luz solar chegaria na Terra?”

Podemos notar que, para esse aluno, o Sol deve ser o centro, pois dele vem a luz e se o mesmo não fosse o centro, não teria com a luz chegar à Terra, ou seja, uma visão Aristotélica, já que ele também acreditava que a luz parte de um ponto e se espalha.

AS4: “Que o mundo estava perdido, pois ia comprovar o que Galileu disse, depois a tecnologia está em alta no mundo de hoje.”

Podemos notar que AS4, também, faz a associação entre as disciplinas e cita que a tecnologia seria afetada, caso não concordássemos com a afirmação feita por Galileu há séculos.

Já as respostas dos alunos, os quais assistiram aula sobre mecânica, variaram entre não saber o que responder, em concordar com a Teoria Heliocêntrica, sem saber determinar quais as consequências para a humanidade caso ainda acreditássemos que a Terra é o centro do universo, e afirmar que não existiria implicações no modo como o mundo atual se desenvolve.

AC1: “O que está no centro do universo é o Sol, ele é responsável por toda claridade de todo o Universo.”

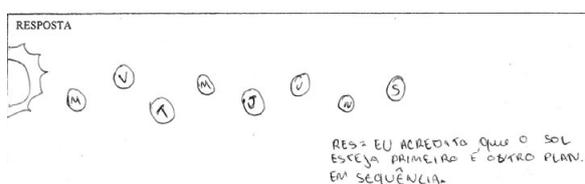
Apesar de AC1 ter assistido aula de Física, a ideia dele e a ideia de AS3 são as mesmas, isto é, ele pensa como Aristóteles, pois a luz deve irradiar de um ponto e se espalhar, sendo ideal esse ponto estar localizado no centro de “tudo”.

AC2: “Os astronautas já provaram isso, a “NASA” tem vários aparelhos modernos que estão no universo... O aparelho moderno é o “satélite” que tem várias funções.”

Esse aluno concorda com a ideia Heliocêntrica, ou seja, Galileu estava certo em sua afirmação. Podemos observar também que essa ideia implica que a tecnologia das telecomunicações se desenvolveu graças a comprovação pela Agência Espacial Americana – NASA da visão Galileiana do Universo.

AC3:

Figura 19 – Resposta de um aluno da turma de primeiro ano do ensino médio para a questão sobre o Heliocentrismo



Esse aluno concorda que o Sol é o centro, mas não sabe exemplificar as implicações dessa teoria para o mundo atual.

Na amostragem dos alunos do 1º ano universitário, a maioria respondeu que as pesquisas não seriam realizadas sem especificar quais seriam. Apenas um afirmou que haveriam implicações nas comunicações via satélite. As outras repostas foram resumidas em “não sei”, ou sobre não sabermos prever as estações do ano, a translação e rotação da terra, nem podermos fazer previsões climáticas de maneira confiável. Esses alunos fizeram a associação do conhecimento de mundo e conhecimentos adquiridos em sala de aula, referentes às três disciplinas ministradas durante o ensino médio. Algumas respostas que não ficaram nesse padrão foram:

AU1: “Pois habitamos a Terra, e para nós a Terra é um ponto fixo no espaço e outros corpos celestes estão em movimento (Teoria da Relatividade).”

AU2: “Se a Terra fosse o centro do Universo, então, devido à teoria do Big Bang, o Universo teria “nascido” dela. Assim, a resposta da origem do Universo estaria aqui, não precisava gastar milhões para ir para outros planetas.”

Nessas repostas podemos notar que o conhecimento científico e de mundo se misturam, gerando uma associação de ideias vinculadas a outros conhecimentos. Para AU1, o Heliocentrismo é melhor

explicado pela Teoria da Relatividade. Já para AU2, se a Terra fosse o centro do Universo, o mesmo teria se originado nela.

Em relação à segunda questão, para os alunos do 1º ano que não assistiram aula de mecânica, a maioria das respostas concordaram com Aristóteles, afirmando que o movimento depende da força aplicada à flecha. Já os que discordam, afirmam que a força atuante na flecha não é constante, portanto, não continuaria o movimento da flecha. Algumas respostas foram:

AS5: “Sim, eu concordo com ele, pois a força varia com o movimento”

AS6: “Concordo, pois quando atira-se uma flecha, ela continua indo na mesma direção com a mesma velocidade, só parando quando atinge um alvo.”

Segundo esses dois alunos, o movimento só existe enquanto a força também existir, seguindo a concepção prévia de que o movimento é gerado por uma força e é mantido por uma força.

AS7: “Minha opinião se mostra contra essa teoria, pois a força permanecerá constante sobre o objeto.”

Já AS7, a princípio discorda de Aristóteles, mas não consegue sustentar esse conceito, pois acaba concordando com Aristóteles quando afirma que a força permanecerá na flecha.

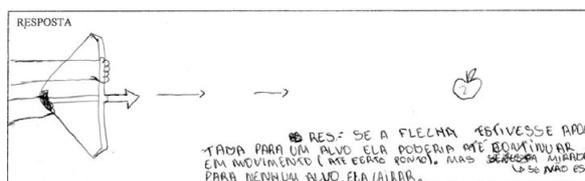
AS8: “Não, porque em determinado tempo a força iria acabar e não iria continuar em movimento.”

Esse aluno acredita que a força que provocou o movimento com tempo passará a não existir, porém, não interpreta que a mesma só existe no momento de interação entre a aplicação da força e a flecha e acaba associando o movimento à força, ou seja, só existe movimento enquanto a força existir.

O grupo de alunos do 1º ano os quais assistiram aula, respondem, praticamente, a mesma coisa que os alunos do 1º que não assistiram aula, ou seja, a concepção aristotélica ficou muito mais arraigada aos alunos do que os conceitos de força e movimento a que foram apresentados nas aulas de mecânica. Isto é, a maioria concorda com Aristóteles, afirmando que quanto maior a força, maior o tempo de seu movimento. Os que discordam de Aristóteles, afirmam que a força aplicada na flecha vai diminuindo com o tempo, fazendo com que a flecha não continue o movimento.

AC3:

Figura 20 – Resposta de um aluno da turma de primeiro ano do ensino médio para a questão sobre a aplicação de uma força em uma flecha



AC4: “Ele está certo porque sem a força a flecha não iria a lugar algum. A força é o movimento. Se a força para, o movimento também irá para”.

AC5: “Eu acho que ele está certo porque com quanto mais força atirmos a flecha, mais longe ela iria ficar mais tempo com o mesmo movimento”.

Nessas três repostas podemos observar que os conceitos de força e movimento não foram assimilados de maneira satisfatória, pois a ideia do senso comum prevaleceu nas explicações desses alunos.

AC6: “Discordo. Com o passar do tempo a flecha irá perder força, talvez, por culpa do vento.”

Esse aluno entende que a força provocadora do movimento passa a não existir, apesar de não compreender que ela só existe no momento de aplicação, ou seja, o senso comum acabou prevalecendo na explicação dessa situação.

AC7: “Aristóteles defendeu que a flecha continuaria em movimento, defendendo assim a primeira lei de Newton: “um corpo parado tende a permanecer parado ou em movimento retilíneo uniforme se a resultante que atua sobre ele é nula $F_R = 0$.”

Como AC7 assistiu aula de mecânica, associou a explicação do movimento de Aristóteles com a explicação de Newton, porém, para Aristóteles o movimento existe e se mantém com a existência de uma força que provocou. Para Newton, permanece em movimento se nenhuma força externa atuar sobre o corpo, Essa força não é a força que provocou o movimento. Podemos notar que AC7 confundiu os conceitos estudados, ou seja, a explicação de movimento e força não foi apreendida de maneira satisfatória em sala de aula.

No grupo de alunos do 1º ano do ensino superior, a maioria afirmou que Aristóteles estaria correto, caso não considerasse as forças dissipativas, citando a gravidade e o atrito.

AU3: *“A resultante da força seria afetada pela força gravitacional na flecha, que iria fazer com que a flecha parasse.”*

Esse aluno afirmou que a força aplicada à flecha permanece na flecha, até que a força gravitacional atue fazendo com que o movimento se encerre. Mas devemos lembrar que a força atuante na flecha é puramente horizontal, enquanto a força da gravidade exerce influência vertical, ou seja, ela não faz com que a força que atua na flecha seja dissipada.

AU4: *“A flecha permaneceria em movimento caso não houvesse nenhuma outra força e resistência atuando sobre a flecha. Mas isso é impossível na prática, pois há inúmeras forças atuando sobre o corpo na realidade.”*

A ideia de AU4 é, praticamente, a mesma de AU3. A diferença é que ela cita a força de resistência, ou seja, o arrasto. De fato, ela é uma força dissipativa, porém, devemos lembrar que a força que provoca o movimento da flecha só existe no momento em que é aplicada, portanto, essa força não sofre influência da força de arrasto.

Apenas cinco deles afirmaram que Aristóteles está errado, pois, segundo eles, a força só existe no momento de interação entre a flecha e a força aplicada. Após essa interação a mesma deixa de existir e influenciar no movimento da flecha. Para esses alunos, o conceito de força e movimento estão arraigados, superando o senso comum do conceito de força e movimento. Como exemplo de afirmações temos:

AU5: *“Incorreta. A força não continua atuando sobre a flecha, essa força deu apenas um impulso inicial.”*

AU6: *“É incorreto, pois a força só existe na hora em que ela é aplicada.”*

6 Análises e conclusões

Nessa pesquisa foi possível analisarmos as concepções prévias entre alunos do primeiro ano do ensino médio, os quais não assistiram aula sobre dinâmica, alunos do ensino médio, os quais assistiram aula, e alunos do primeiro ano universitário, que passaram pelo ensino médio, ou seja, cursaram a disciplina de Física, e também na graduação assistiram aula da disciplina Princípios de Fenômenos da Mecânica, na qual foram abordados os conceitos de dinâmica.

Podemos observar que, entre os alunos do primeiro grupo as repostas a todas as situações coincidiram, majoritariamente, com a resposta que seria

dada por Aristóteles, caso o mesmo questionado fosse questionado da mesma forma. Isso comprova que os alunos trazem consigo o conhecimento prévio de mundo, isto é, o que eles observam no seu dia-a-dia.

Observamos, também, que os alunos do primeiro ano responderam de maneira não uniforme, ou seja, ora responderam conforme Aristóteles, ora conforme Galileu. Isto demonstra que o estudo da dinâmica não deixa claro aos alunos o conceito de queda-livre da maneira como vem sendo abordado em sala de aula, isto é, com a utilização de quadro e aplicação de fórmulas, sem a utilização de experiências em sala de aula.

Já entre os alunos do 1º ano do curso universitário, a visão Galileana prevaleceu. Em apenas um dos casos isto não ocorreu (Questão 4) demonstrando assim que, apesar de adquirir os conceitos científicos sobre a dinâmica dos corpos, a concepção prévia está tão arraigada ao aluno, que ele acaba demonstrando essa visão quando questionado sobre o movimento dos corpos.

Nas respostas discursivas catalogadas, podemos observar que os alunos responderam de acordo com os conceitos abordados pelas disciplinas de Geografia e História. Alguns fizeram referência à ideia Aristotélica de que o como o Sol é um fornecedor de luz deve se encontrar no centro, uma vez que a luz, deve chegar à Terra. Podemos notar a associação de ideias entre as disciplinas, porém, não existe uma interação entre elas, ou seja, o aluno não consegue ordenar o conhecimento científico adquirido.

Já as respostas dos alunos, os quais assistiram aula sobre mecânica, variaram entre não saber o que responder, em concordar com a Teoria Heliocêntrica, sem saber determinar quais as consequências para a humanidade caso ainda acreditássemos que, a Terra é o centro do universo, e afirmar que não existiria implicações no modo como o mundo atual se desenvolve. Nesse grupo, observamos que existe uma certa associação de conhecimento entre os conceitos abordados nas disciplinas, no entanto, o conhecimento científico não fica bem alicerçado entre eles, pois não sabem exemplificar as implicações para a humanidade, caso a Teoria Geocêntrica ainda fosse verdadeira.

Podemos concluir que as concepções prévias são presentes nos três grupos pesquisados. Mas, a incidência desse conhecimento diminui conforme o grupo estudado tem acesso aos conceitos de movimento. Entre os alunos que não tiveram acesso

aos conceitos em sala de aula concepção prévia foi apresentada em todas as questões abordadas. Essa situação era esperada. Entre os alunos que tiveram aula as concepções prévias apareceram em menor intensidade. Já entre os alunos do primeiro ano universitário as concepções prévias praticamente não foram evidenciadas como era de se esperar. A diferença marcante entre esses dois últimos grupos é que, para os alunos do primeiro ano do ensino médio, as aulas ministradas foram exclusivamente com quadro e livro didático, enquanto que os alunos do primeiro ano universitário tiveram também aulas em laboratório, ou seja, vivenciaram experimentos os quais corroboraram a visão Galileana. Isso comprova que a utilização de experimentos no ensino de Física é fundamental para alicerçar o conhecimento científico entre os alunos.

Como exemplo prático desse resultado, podemos citar o artigo "EXPLORANDO OS CONCEITOS DE DINÂMICA A PARTIR DA APLICAÇÃO DE UM PLANO INCLINADO EM SALA DE AULA". Nele reproduzimos o plano inclinado utilizado por Galileu para comprovar suas teorias, minimizando as dificuldades encontradas por ele, no tocante à medição do tempo que cada massa chegava, ao fim do plano inclinado. No decorrer do desenvolvimento do trabalho, as aulas foram ministradas de duas maneiras: aulas teóricas, com a utilização de quadro e giz; e aulas com a utilização do plano inclinado, onde ocorreu desinteresse no primeiro caso. Já na aula prática, com a utilização do plano inclinado como recurso de ensino, percebemos o interesse dos alunos. A aula experimental demonstra que a integração entre aluno/professor é intensa. Como resultado disso, ocorre o surgimento de perguntas sobre seu funcionamento e manuseio, despertando a curiosidade.

REFERÊNCIAS

- BLESSMANN, Joaquim, **Copérnico e Galileu perante a ciência (3ª parte)**. Revista Cultura e Fé Nº 103, Out./dez. de 2003, Ano 26.
- BORGES, J. C. S., ALBINO JUNIOR, A., A MOSTRA ANUAL DE FÍSICA DO RN: Ciência acessível a todos. **Revista Holos (Online)**, v.3, p.16 - 25, 2007.
- GALILEI, Galileu. **Dois Novas Ciências, Incluindo: da força de percussão**. Instituto Cultural Into-brasileiro. 1. Ed. Florença: Ched, 1935.
- HÜLSENDEGE, Margarete, Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 377-391, dez. 2004.
- LOPES, Deisy Piedade Munhos, Re-editando o trem de Galileu: uma versão economicamente viável, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 54-63, dez. 2007
- MEC, **Bases Legais dos PCN – Ensino Médio**, Ministério da educação, 2002. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/baseslegais.pdf>> acessado em 16 de dezembro de 2007.
- MORAES, Maria Célia M., Paulo Rômulo Frota, CALCULANDO COM GALILEU: os desafios da ciência nova, **Educação Especial**, n. 16, 2000.
- ROMANO, Jair Carlos. **Governo do Estado do Rio Grande do Norte: Ensino Médio de qualidade. Física**. Natal: Sistema de Ensino Holos, 2004.