

# A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE INÉRCIA EM UMA COMUNIDADE INVESTIGATIVA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO\*    MARCELLO FERREIRA  
EDUARDO DIVINO MIRANDA PEREIRA    WENDELL DA SILVA CRUZEIRO  
Universidade de Brasília

## Resumo

*O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma sequência didática produzida para fornecer um aporte teórico e histórico para o professor que ensina inércia aos estudantes da primeira série do Ensino Médio. A incorporação conceitual ocorrida deve marcar os indivíduos de forma significativa e, para tal, buscou-se o entrelaçamento da teoria da aprendizagem de Ausubel com a metodologia das comunidades investigativas propostas por Lipman. Trabalhar com tirinhas e histórias em quadrinhos é uma forma de ambientar o estudante ao conceito, conforme proposto por Ausubel, uma vez que, ao visualizar a imagem proposta, o indivíduo resgata lembranças de suas vivências que se assemelham à situação apresentada. As avaliações da sequência didática apontaram um aprimoramento conceitual em relação aos indicadores iniciais.*

Palavras-chave: Ensino de Física. Sequência didática. Aprendizagem significativa. Inércia.

---

\*E-mail: olavolsf@unb.br

### Abstract

*The present work aims to present a teaching unit made to provide a theoretical and historical contribution to teaches inertia to students in the first grade of high school. The conceptual incorporation occurred should mark the individuals in a meaningful way and, to this end, the interweaving of Ausubel's learning theory with the methodology of the investigative communities adopted by Lipman was sought. Working with comic strips and comics is a way of setting the student to the concept, as proposed by Ausubel, since, when viewing the proposed image, the individual rescues memories of their experiences that resemble the situation presented. The evaluations of the didactic sequence indicated a conceptual growth in relation to the initial indicators.*

Keywords: Physics Teaching. Teaching units. Meaningful Learning. Inertia.

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo sobre as ideias e os conceitos da mecânica é um manancial de aplicações práticas e valiosas no desenvolvimento da humanidade e no estabelecimento da sociedade contemporânea. Podemos analisar o movimento dos satélites – sejam naturais ou não, bem como compreender por que um objeto permanece em repouso sobre a mesa ou, ainda, entender o motivo pelo qual é de suma importância que motoristas e passageiros utilizem o cinto de segurança.

Estudar Física no contexto das Ciências da Natureza e suas tecnologias, considerando as outras áreas do saber envolvidas, é uma ferramenta para o estudante como cidadão em formação, pois é por meio dela que ele tomará posse do seu direito de participação na tomada de decisões como ser ativo na sociedade. A incorporação e utilização dessas características estão compreendidas nos Parâmetros Nacionais Curriculares (BRASIL, 1999), uma vez que o entendimento dos processos evolutivos da ciência contribui para uma atitude de enxergar por outra perspectiva e se questionar o porquê das coisas, de modo que se assuma uma postura mais crítica.

Sendo assim, compreendemos que o ensino da evolução do conceito de inércia pode contribuir de maneira significativa para a evolução do pensamento sobre como a ciência se constrói ao longo dos anos e, em especial, como se estabeleceu o que hoje chamamos de Primeira Lei de Newton ou Lei da Inércia.

ARISTÓTELES (1984) negava a existência do vazio, sendo defensor de uma noção de *lugar*<sup>1</sup>. De fato, em sua *Física*, Aristóteles chega mesmo a mencionar um princípio de Inércia, mas considerando-o absurdo e, portanto, negando-o.

*Mais ainda, ninguém poderia dizer porque uma coisa, uma vez posta em movimento, deveria parar em algum lugar; pois porque ela deveria parar aqui ao invés de ali? Assim, uma coisa jamais estaria em repouso e deveria se mover ad infinitum, a menos que alguma coisa mais poderosa entrasse em seu caminho. (ARISTÓTELES, 1984, IV, 220<sup>b</sup>)*

---

<sup>1</sup>Para Aristóteles o lugar de um corpo A contido em B é, essencialmente, a fronteira interna do corpo B.

Assim, como Aristóteles concebe o Universo como sendo finito (pois o infinito não pode existir em ato), tal movimento seria absurdo; de onde se conclui que o vazio não pode existir. O vazio não existindo, fica-se com a necessidade de se definir como o movimento ocorre, e como ele se dissipa.

Entretanto, Aristóteles não concebe uma noção (por demais abstrata) de ação à distância. Em seu lugar, afirma que só pode haver movimento se a causa deste se mantém em contato com o objeto movido. O único candidato à mão para cumprir este papel era justamente o meio circundante e Aristóteles cria toda uma “teoria” sobre vórtices que se moveriam da frente de um corpo para sua traseira no processo de movimento, tornando-se assim, agentes do próprio movimento.

Com isso, Aristóteles é obrigado a criar uma concepção dupla do papel do meio na relação com o movimento: ao mesmo tempo que ele causa o movimento, ele também é a razão de o movimento dissipar-se. Tal concepção, assim como praticamente todas as concepções aristotélicas na sua Filosofia Natural, foram amplamente contestadas no período medieval, na Alta Idade Média (GRANT, 1993), sendo este, ao contrário do que se afirma, um período de imensa fecundidade no campo da Filosofia Natural, ou Física, como a conhecemos.

Parte considerável da crítica medieval a Aristóteles começou a ser urdida não muito depois que seus trabalhos foram conhecidos no oriente. Um dos que primeiro se insurgiram contra sua Filosofia Natural foi o padre cristão ortodoxo John Philoponus (SORABJI, 1987), que mirou, principalmente, no conceito de vazio que, como vimos, era negado por Aristóteles<sup>2</sup>.

O conceito de vazio é absolutamente tóxico para a Filosofia Natural de Aristóteles. Basta ver que seus conceitos fundantes, de Lugar Natural, que sustentam sua perspectiva de geocentrismo, são imediatamente negados pela introdução de um espaço vazio (em substituição à noção de Lugar).

A Filosofia Natural de Aristóteles também foi amplamente divulgada na Oriente Médio, tendo ali encontrado diversos comentadores extremamente argutos, como Avicena e Averróis. Estes também acataram, a seu modo, a noção de que deveria haver um vazio.

A longa história da aceitação do vazio ganha contornos mais claros com a filosofia do *impetus* elaborada, entre outros, por Pierre Gassendi. Esta abordagem tinha por característica justamente remover a ambiguidade inserida por Aristóteles no que concerne o papel do meio: como produtor do movimento e aquele que o dissipa. Assim, assumiu-se haver alguma coisa (um *impetus*) que era *uma propriedade do corpo*, não mais do meio, e que seria a responsável por manter o corpo em movimento, quando sobre este já não atuasse mais a força causadora do movimento. Com isso se separou, analiticamente, o agente da perpetuação do movimento (o próprio corpo através de seu *impetus*) do agente que lhe impõe dissipação (o meio).

Tributários desta noção de *impetus* são Galileu e Descartes, que, por meio dela, mas por caminhos diversos, romperam com a ideia do Lugar Natural. De fato, em Galileu tal rompimento se deu pela assunção de um vazio, que, como já afirmamos, desconstrói definitivamente a possibilidade de Lugares Naturais. Já Descartes, curiosamente, não assume a existência de um vazio, mantendo-se em uma perspectiva que se aproxima, mais do que a de Galileu, daquela de Aristóteles. Mas Descartes já não fala mais em lugares naturais, igualmente, ou mesmo em Lugar, assumindo em sua metafísica uma noção toda própria, e altamente abstrata, de *extensão* de caráter geométrico mas também material, em algum sentido. Não é à

---

<sup>2</sup>E, de fato, consistia em sua principal crítica aos atomistas, que necessitavam deste conceito.

toa, portanto, que a noção de *vórtice* retorna na Filosofia Natural de Descartes.

Não deixa de ser interessante notar que é Descartes, e não Galileu, que enuncia corretamente o princípio de Inércia. Galileu, matendo-se ainda no interior de uma estética geométrica grega, assume a existência de uma *inércia circular*, enquanto é Descartes que a assume como ligada a um movimento retilíneo e uniforme, exigindo assim, como vimos, uma extensão (Universo) infinita.

*O positivista Galileu não soube explicar os efeitos da gravidade, mas assumiu um compromisso metodológico com relação à natureza do problema. Descartes alcançou uma concepção correta sobre a inércia retilínea, que se conecta com as relações metafísicas por ele propostas, e proporcionou a substituição da ideia proposta inicialmente por Aristóteles (POLITO, 2016).*

De fato, muito do que Galileu afirmou em seus trabalhos já vinha sendo veiculado por toda a Alta Idade Média. Sua genialidade, entretanto, deve-se à sua capacidade de confrontar a Filosofia Natural de Aristóteles *in totum*, decorrente da percepção de que aquilo que se estava dizendo não se podia fazer acomodar no interior da física aristotélica, exigindo sua substituição<sup>3</sup>.

Da mesma forma que, em Aristóteles, a assunção de um vazio impunha dificuldades, já assinaladas, para Newton, que justamente especificou o conceito de inércia, era a noção de um vazio que estabelecia problemas, em particular na questão que envolve a atração gravitacional. Como se sabe, Newton resolve o problema postulando uma noção de *ação à distância*, sem entretanto formular hipóteses adicionais sobre sua origem ou fundamento.

O conceito de Inércia ganha seus contornos contemporâneos justamente com a Teoria Especial da Relatividade, primeiro, e, em seguida, com a Teoria Geral da Relatividade. A primeira estabeleceu uma reformulação radical das noções de espaço e tempo e, como isso, produziu alterações importantes na noção de inércia, uma vez que a associou com o conceito de energia através do descritor *massa*. Na Relatividade Geral, por sua vez, as noções de massa inercial e massa gravitacional foram aproximadas para que o campo gravitacional fosse, finalmente, subsumido à própria definição de espaço-tempo, tornando-se constitutivo deste.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em nossa proposta pedagógica, um dos referenciais teóricos adotados para a construção do presente artigo foi a diretriz assumida por Mathew Lipman, de que a Filosofia é a ferramenta mais apropriada para se inquirir o mundo (LIPMAN, 1995); no campo educacional, essa visão se difundiu e se consolidou com o Programa Filosofia para Crianças (FpC), proposto pelo autor.

As contribuições da tomada de decisões, da solução de problemas e da aprendizagem de novos conceitos são definições do pensar crítico, uma vez que a capacidade de julgar problemas está conectada

---

<sup>3</sup>Do ponto de vista de uma epistemologia como a de Popper, a Filosofia Natural de Aristóteles é uma teoria científica em mais alto grau, pois é altamente suscetível de refutações, uma vez que seus conceitos se encontram fortemente relacionados logicamente e a alteração de um impõe dificuldades para muitos outros.

à habilidade de ser criterioso, compreender os problemas, defender argumentos e realizar ações (FILHO; FERREIRA, 2018, p.112).

Nota-se que essa capacidade do pensar crítico foi essencial para pensadores como Newton e seus predecessores, uma vez que buscavam superar as limitações das teorias que lhes eram contemporâneas e contra as quais tiveram que se insurgir. É, portanto, fundamental que, no processo de sua educação científica, os alunos desenvolvam essa capacidade de raciocínio crítico; sendo o desenvolvimento deste o objetivo deste trabalho.

*As crianças deveriam adquirir prática em discutir os conceitos que elas considerassem importantes. Fazer com que discutam assuntos que lhes são indiferentes priva-as dos prazeres intrínsecos de se tornarem educadas e abastece a sociedade com futuros cidadãos que nem discutem o que lhes interessa nem se interessam pelo que discutem (LIPMAN; SHARP; OSCANYAN, 2001, p.31).*

Um elemento que deve ser considerado como central é que a aprendizagem a ser promovida deve, em primeiro lugar, superar os recursos simples da memorização, alçando patamares de uma aprendizagem que eduque, sobretudo, a pensar. Outro elemento a ser destacado nessa proposta pedagógica é que se procura romper com deformações, causadas no ímpeto investigativo das crianças, pelo sistema educacional predominante, em função de ações como antecipar respostas aos questionamentos, ou mesmo assumir situações em que se julga haver apenas uma resposta. É nesse âmbito que se insere a produção dos textos narrativos e a relevâncias das narrativas, no interior do programa de Lipman.

*As histórias para as crianças são mercadorias preciosas – bens espirituais. Constituem a espécie de bens de que não despojamos ninguém ao torná-los nossos. As crianças adoram os personagens de ficção das histórias que leem: apropriam-se deles como amigos – como companheiros semi-imaginários. Dando às crianças histórias de que se apropriar e significados a compartilhar, proporcionamos-lhes outros mundos em que viver – outros reinos em que habitar (LIPMAN, 2002, p.62).*

Portanto, trata-se de um modelo de aprendizagem em processos de investigação e construção crítica do saber, transitando daquilo que Lipman denomina de paradigma-padrão de prática educativa normal para o paradigma-reflexivo da prática educativa crítica, com enfoque na relação dos temas estudados, sempre instigando um espírito de descoberta e invenção (SILVEIRA, 1998).

*Mediante o trabalho com o conteúdo, pudessem ser trabalhadas as habilidades cognitivas necessárias ao desenvolvimento dos alunos. O programa propiciava o acontecer do conhecimento nas crianças e jovens porque os fazia trabalhar com as ideias de forma cooperativa, isto é, dialógica (LIPMAN, 1995, p.32).*

O processo de compreensão, transformação e aprendizado, no qual está envolvido o sujeito, é uma conquista de significados à realidade cotidiana. Para melhor explicar este processo, de caráter psicológico, foi utilizada teoria da aprendizagem de David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1968), de contornos cognitivistas.

A aprendizagem significativa é uma soma de fatores que influenciam na forma do aprendizado; para Ausubel, o conhecimento trazido pelo aluno é o ponto de partida para que o ele possa aprender (MOREIRA,

1999). À medida que a aprendizagem significativa acontece, mais sólidos e ricos em significado se tornam os subsunçores, sendo, assim, facilitadores mais eficazes e eficientes de novas aprendizagens (MOREIRA, 2012).

O indivíduo pode alcançar um novo subsunçor, o que representa o gatilho da aprendizagem significativa. Na perspectiva de Ausubel, o desenvolvimento de novo conceito se dá quando o indivíduo modifica o seu pensamento inicial (seus subsunçores), dando oportunidade para um pensamento mais elaborado e consistente, com menos possibilidade de ser refutado. Na perspectiva de Lipman, um pensamento de ordem superior tem condições de engendrar em alto grau tais modificações, tendendo, assim, a ser altamente significativo (FILHO; FERREIRA, 2018).

É nessa perspectiva que nosso trabalho vai ao encontro da elaboração de uma sequência didática que possa contribuir para o desenvolvimento e sofisticação do pensamento crítico e do conhecimento já desenvolvido pelo aluno no tema da inércia, a fim de que ele se aproprie dos conceitos físicos e os possa identificar em situações variadas, demonstrando, portanto, um aprendizado sólido do conceito.

## 2.1 METODOLOGIA

Neste trabalho, buscamos desenvolver uma sequência didática sobre o ensino de inércia para as séries que têm contato com esse tema. É comum que alunos do nono ano do ensino fundamental e do primeiro ano do ensino médio tenham em seus currículos uma introdução aos conceitos da mecânica. O objetivo central da sequência didática proposta é que, identificados os subsunçores existentes, o estudante possa modificá-los e desenvolvê-los de modo que se estruture uma ideia conceitualmente correta sobre a inércia e que essa aprendizagem seja significativa, podendo, portanto, ser aplicada em situações diferentes daquelas apresentadas na sequência.

A sequência didática foi estruturada em seis (6) aulas, com o objetivo de se fundamentar cada momento da evolução do conceito de inércia ao longo da história. Tomados os devidos cuidados, buscou-se delimitar cada conceito dentro de seu contexto e suas validades para seu tempo. Conceitos como vazio, força, aceleração e gravidade são elementos básicos que permearam a progressão do processo de ensino.

O desenvolvimento da pesquisa se deu em um ambiente escolar, no 1º ano de uma instituição de ensino particular. Foram utilizadas histórias em quadrinhos, narrativas históricas e charges que, para este trabalho, são consideradas como materiais potencialmente significativos<sup>4</sup>, capazes de funcionar como organizadores prévios do tema, utilizadas, assim, para que o estudante possa visualizar uma situação animada e ativar subsunçores presentes na sua estrutura cognitiva. Cabe lembrar que também foram utilizadas simulações de experiências do pensamento, de modo a fomentar a curiosidade e fortalecer os subsunçores dos estudantes para que tenham uma aprendizagem significativa efetiva. Com isso, pretendíamos também potencializar a capacidade de abstrações e habilidades linguísticas e de criticidade por parte dos alunos.

No percurso de aplicação da sequência proposta, buscou-se desenvolver uma interação em grupo, de forma que essa interação proporcionasse condições para um entendimento sobre o fazer ciência. O

---

<sup>4</sup>Materiais potencialmente significativos, de acordo com MOREIRA (2012) podem ser entendidos como materiais institucionais, em geral, que estejam carregados de significado lógico, isto é, de elementos como estrutura e organização; devem ser escritos com linguagem compreensível, de tal forma que os conhecimentos prévios dos estudantes sejam suficientes para dar significado aos conhecimentos vindouros a serem ensinados por meio desses materiais.

**Tabela 1:** Quadro resumo da sequência didática - objetivos e procedimentos. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

	<b>Objetivo</b>	<b>Procedimento</b>
Aula 1	Levantamento de subsunçores	Utilização do questionário 1 <sup>5</sup>
Aula 2	Compreender a dimensão do empirismo e das experiências controladas para uma nova compreensão do conceito de Inércia	Alunos respondem coletivamente a questionamentos feitos pelo professor. Após análise da narrativa da aula própria, destacaram palavras-chaves e fizeram análise dos argumentos de Galileu
Aula 3	Compreender a substancial diferença entre as concepções de Inércia de Aristóteles e Galileu por meio de análise de termos centrais da evolução deste pensamento	Idem ao item anterior, com uma diferença: a análise agora incide sobre argumentação aristotélica
Aula 4	Compreender as diferenças dos conceitos de Inércia de Galileu Galilei e Isaac Newton em seus pontos principais	Idem à aula 3, com uma diferença: a análise agora incide sobre argumentação galilaica
Aula 5	Compreender o percurso histórico e algumas das contribuições do passado para a formação do conceito newtoniano de Inércia	Idem à aula 4, com uma diferença: a análise agora busca criar uma argumentação de refutação ao raciocínio aristotélico
Aula 6	Realizar o levantamento de indícios da ancoragem do conceito de inércia à estrutura cognitiva do estudante	Análise textual discursiva desenvolvida no questionário avaliativo e em um mapa conceitual desenvolvido pelo aluno

ambiente de sala foi pensado e organizado para que a turma fosse reunida em forma semicircular. Em cada aula, fizemos uso do material – textos lidos coletivamente de maneira audível – que serviram como propulsores dos trabalhos e que nos conduziram para cada objetivo específico estipulado.

A trajetória histórica da construção do conceito de inércia na mecânica clássica foi dividida em duas fases, a saber: i) Fase Aristotélica (384 – 322 a.C.); e ii) Fase Moderna / Galileu Galilei e Isaac Newton (1564 – 1727), percorrendo, assim, um intervalo de tempo de aproximadamente 2.000 anos. Em cada uma das fases históricas, a CI foi direcionada para a compreensão consciente e o desenvolvimento de habilidades de pensamento, como a possibilidade de autocorreção, a capacidade de relato da situação com suas próprias palavras, entre outros. Apresentamos a Tabela 1 que, de maneira resumida, mostra o que foi desenvolvido em cada uma das aulas.

As aulas 1 e 6 foram analisadas por meio de um questionário. As aulas 2 a 5 foram consolidadas em três grandes momentos: i) diálogos de Galileu sobre os planos inclinados; ii) a migração de pensamento entre o universo para Aristóteles e o universo para Galileu; e iii) limitações no conceito de inércia de Galileu e as influências de Isaac Newton (veja a Tabela 2).

**Tabela 2:** Quadro resumo das aulas. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

	<b>Objetivos</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Recursos</b>
Planos inclinados	Compreensão do empirismo para a evolução do conceito de inércia	Questionamentos em grupo sobre: O comportamento da esfera, atrito e leitura de texto (aula 2)	Produção de uma pequena síntese sobre as narrativas. (atividade em grupo)	Quadro negro, pincel, caneta e folha branca.
Aristóteles x Galileu	Diferenciar a evolução do pensamento sobre o conceito de inércia	Questionamentos em grupo sobre o movimento dos corpos	Produzir um resumo a partir de palavras levantadas. (Atividade em Grupo)	Quadro negro, pincel, caneta e folha branca
Limitações de Galileu e as contribuições de Newton	Compreender a inércia de Galileu e Newton, e seus pontos principais	Questionamentos em grupo sobre a relação da inércia com as massas		Quadro negro, pincel, caneta e folha branca

### 3 ANÁLISE DE DADOS

Dentro da aplicação da primeira aula, foi proposta uma atividade em que os estudantes levariam para casa e resolveriam algumas questões, conforme os seus conhecimentos sobre o tema. Deve-se considerar que os estudantes já tiveram contato com as leis da mecânica clássica e suas aplicações.

A atividade trazia o comando: “Descreva o que está acontecendo na imagem e explique com suas palavras porque que ao tirar a toalha da mesa, os objetos que estavam acima não caíram”. A imagem é a apresentada na Figura 1.



**Figura 1:** Situação que envolve o conceito de inércia em uma tirinha. **Fonte:** Disponível em: [http://www.fisicanacuca.xpg.com.br/1\\_lei\\_de\\_newton.htm](http://www.fisicanacuca.xpg.com.br/1_lei_de_newton.htm). Acesso em 20 mai. 2018.

Sobre este questionamento, um aluno a descreve da seguinte forma: “Neste caso a lei da inércia está sendo posta em um corpo parado que tende a permanecer parado, levando em consideração que a velocidade atingida foi veloz para que o objeto a cima da toalha continue em inércia” (aluno A, Figura 2).

1) Descreva o que está acontecendo na imagem e explique com suas palavras porque que ao tirar a toalha da mesa, os objetos que estavam acima não caíram?

Nesse caso a lei da inércia está sendo posta em um corpo parado que tende a permanecer parado, levando em consideração que a velocidade atingida foi veloz para que o objeto a cima da toalha continue em inércia.

Figura 2: Resposta do aluno A à questão 1.

Já o aluno B fez a atividade a lápis, dificultando sua leitura na digitalização da imagem (Figura 3), de modo que a transcrevemos: “Quando ele puxa a toalha rápido, ele vence a força de atrito. Os objetos que estão em cima da toalha tendem a ficar em repouso por já estarem em repouso, por isso eles não caem”.

Fonte: Imagem tirada da internet. Acesso em 20/05/2018

1) Descreva o que está acontecendo na imagem e explique com suas palavras porque que ao tirar a toalha da mesa, os objetos que estavam acima não caíram?

Quando ele puxa a toalha rápido, ele vence a força de atrito. Os objetos que estão em cima da toalha tendem a ficar em repouso por já estarem em repouso, por isso eles não caem.

Figura 3: Resposta do aluno B à questão 1.

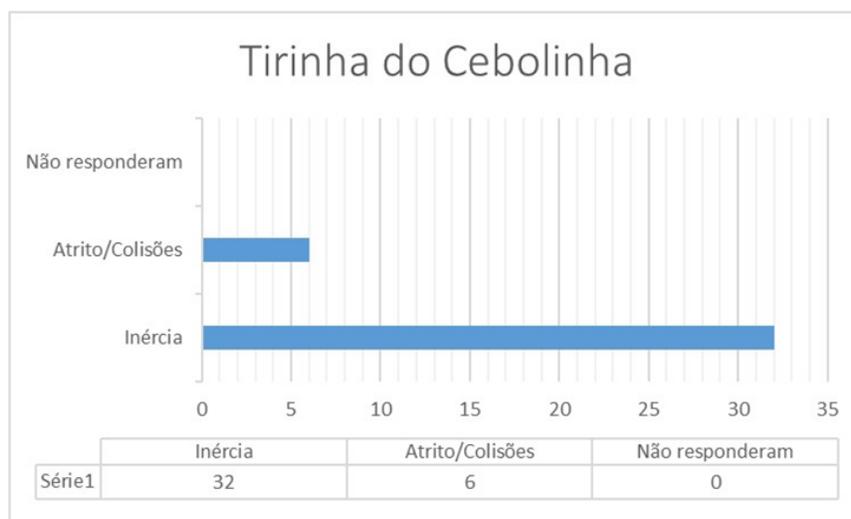
Outro estudante, aluno C (Figura 4), relaciona o fato de os objetos não caírem à terceira lei de Newton: “Quando um corpo está parado, ele tende a ficar em repouso e é por isso que os copos ficam parado [sic], porque eles já estavam e por ter tirado muito rápido a toalha, não teve muita força de atrito 3ª lei de Newton”.

Fonte: Imagem tirada da internet. Acesso em 20/05/2018

1) Descreva o que está acontecendo na imagem e explique com suas palavras porque que ao tirar a toalha da mesa, os objetos que estavam acima não caíram?

Quando um corpo está parado, ele tende a ficar em repouso e é por isso que os copos ficaram parado porque eles já estavam e por ter tirado muito rápido a toalha, não teve muita força de atrito 3ª lei de Newton

Figura 4: Resposta do aluno C à questão 1.



**Figura 5:** Análise de aderência ao padrão mais adequado de respostas à questão 1. *Fonte:* Elaborado pelos autores.

A análise das respostas foi realizada sobre um total de 40 (quarenta) alunos das turmas do 1º ano do ensino médio de uma escola particular do Distrito Federal. A partir da análise das respostas dos estudantes, foi possível a construção do gráfico na Figura 5. As respostas foram classificadas em dois grupos, a saber: 1) em um grupo foram alocadas as respostas que associaram corretamente, ou o mais próximo possível, a situação apresentada ao conceito da primeira lei de Newton; e 2) em outro grupo, as respostas que apresentaram um entendimento contrário ao conceito de inércia.

Pode-se observar, pelo padrão das respostas dos estudantes, que o conceito de inércia está fortemente empregado dentro da explicação desta pergunta; os que divergiram da resposta continham um entendimento de inércia, só que explicaram o fenômeno com base em outras leis, como o atrito ou colisões, fazendo menção à Lei de ação e reação entre a toalha da mesa e os objetos em cima dela.

Foi planejada, para a Atividade I, uma segunda situação-problema, mostrada na Figura 6 e foi feita a seguinte pergunta: “Explique o motivo do rapaz ter sido arremessado. Há uma ligação com a imagem da questão 1? Se sim, explique”.



**Figura 6:** Colisão com pedras. *Fonte:* Disponível em: <https://pt-static.z-dn.net/files/dba/a35bb26fb7d71a3f9ac111bdadae59f2.jpg>. Adaptada. Acesso em 20/05/2018.

Esta situação foi respondida pelo aluno D da seguinte maneira (Figura 7): “Sim, pois quem estava em repouso era a pedra, ou seja, a força em que o rapaz aplicou junto a colisão não foi o suficiente para move a pedra de lugar, e também ocorre uma colisão perfeitamente inelástica onde o rapaz se colide e continua o seu percurso”.

2) Explique o motivo do rapaz ter sido arremessado. Há uma ligação entre a imagem da questão 1? Se sim, explique.

Sim, pois quem estava em repouso era a pedra, ou seja, a força em que o rapaz aplicou junto a colisão não foi suficiente para mover a pedra de lugar, e também ocorre uma colisão perfeitamente inelástica onde o rapaz se colide e continua o seu percurso.

Figura 7: Resposta do aluno D à questão 2.

O aluno E (Figura 8) respondeu da seguinte maneira: “Rapaz foi arremessado por causa que ele estava em movimento tende a permanecer em movimento. A relação é a 1ª lei de Newton”.

2) Explique o motivo do rapaz ter sido arremessado. Há uma ligação entre a imagem da questão 1? Se sim, explique.

Rapaz foi arremessado por causa que ele estava em movimento tende a permanecer em movimento. A relação é a 1ª lei de Newton.

Figura 8: Resposta do aluno E à questão 2.

A descrição do aluno F é clara e mostra indícios de aprendizagem significativa, em que relacionou que, mesmo em situações diferentes, o princípio pode ser o mesmo (Figura 9): “Assim como um corpo que está parado tende a continuar parado, um corpo que está em movimento tende a continuar em movimento. Sim, elas têm ligação por ser a mesma lei”.

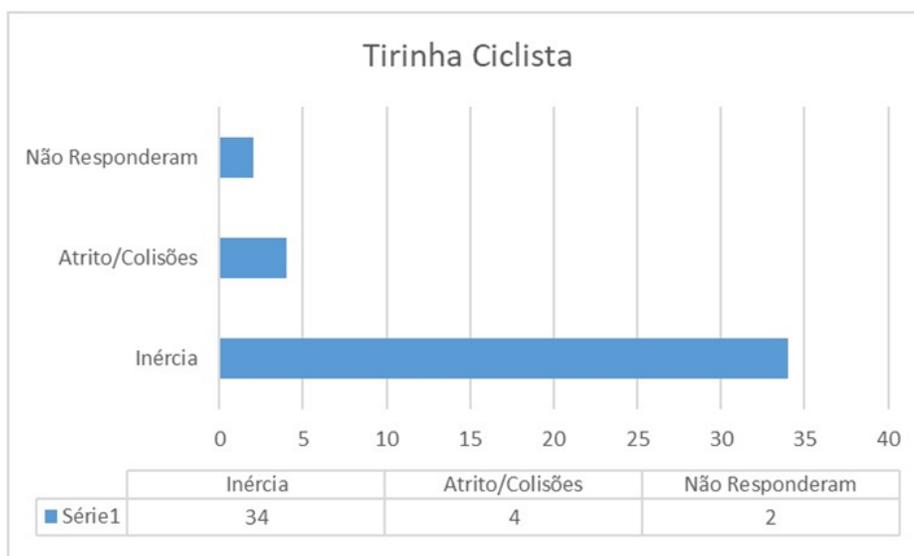
2) Explique o motivo do rapaz ter sido arremessado. Há uma ligação entre a imagem da questão 1? Se sim, explique.

Assim como um corpo que está parado tende a continuar parado, um corpo que está em movimento tende a continuar em movimento. Sim, elas têm ligação por ser a mesma lei.

Figura 9: Resposta do aluno F à questão 2.

O gráfico na Figura 10 apresenta uma análise sobre o conjunto de respostas dos estudantes em relação à imagem do ciclista que é arremessado após uma colisão frontal com pedras. A maioria das respostas

estava concentrada na compreensão de que o fenômeno acontecido também poderia ser interpretado como a lei da inércia, mesmo sendo em uma situação diferente; entretanto, um segundo grupo apontou que não havia conexão entre a primeira e a segunda imagem, indicando também que o fenômeno acontecia por conta de outros fatores, não fazendo alusão ao conceito de inércia.



**Figura 10:** Análise de aderência ao padrão mais adequado de respostas à questão 2. **Fonte:** Elaborado pelos autores

Essa constatação coincide com o resultado da primeira questão em função das respostas dadas. Demonstra que a maioria dos estudantes compreenderem que o fenômeno presente nas situações é o da inércia aplicada aos corpos, estando eles em repouso ou em movimento.

Já o questionário avaliativo foi aplicado somente na turma do primeiro ano do ensino médio, para os 19 estudantes presente no dia 5 de novembro de 2018. O questionário avaliativo continha a imagem apresentada na Figura 11.



**Figura 11:** Tirinha Garfield. **Fonte:** Disponível em: [http://www.cei.santacruz.g12.br/fisica1/leis\\_de\\_newton/Tira\\_3.jpg](http://www.cei.santacruz.g12.br/fisica1/leis_de_newton/Tira_3.jpg). Acesso em 20/05/2018.

Um dos estudantes, aluno G, tentou a explicar a situação da figura da seguinte maneira (Figura 12): “A situação de Garfield ao puxar o freio de mão, o automóvel que estava em movimento tende a parar, mas os

indivíduos que estavam presentes dentro do automóvel, continuaram em movimento, pois eles foram para frente, ou seja, olhando esse ponto de vista, ocorre a Inércia”.

Descreva a situação vivida por Garfield e sua turma. Qual o conceito físico central envolvido dessa tirinha? Descreva-o. A situação de Garfield ao puxar o freio de mão, o automóvel que estava em movimento tende a parar, mas os indivíduos que estão presentes dentro do automóvel, continuam em movimento, pois eles foram para frente ou seja, olhando esse ponto de vista: ocorre a Inércia.

**Figura 12:** Resposta do aluno G à questão 1 da avaliação.

Outros estudantes abordaram da mesma forma, sem citar o que seria o fenômeno envolvido na ação da freada brusca – no caso, a inércia. Um exemplo é o aluno H que discorreu assim: “O que ocorre nos quadrinhos a cima é que Garfield puxa o freio de mão e o carro fica em repouso e os três continuam em movimento”. Ele descreveu somente a situação mostrando indícios de que não conseguiu ancorar o conceito e o relacionar às atividades da primeira aula com os textos lidos.

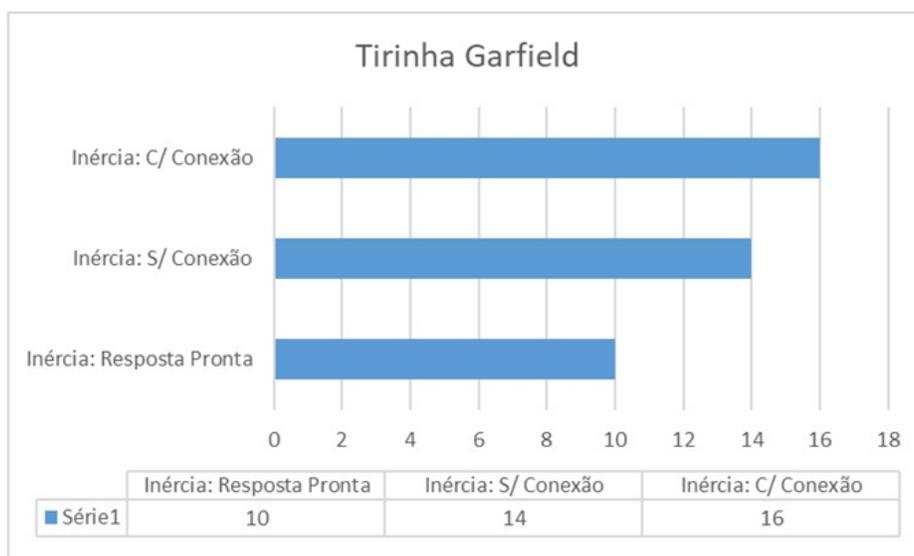
Outros demonstraram uma aprendizagem mecânica sobre o conceito de inércia, respondendo da mesma forma da contida nas leituras das aulas. As frases que apareceram em muitas respostas são semelhantes a esta “quando um corpo está em movimento, tende a permanecer em movimento”. Por exemplo, o aluno I respondeu (Figura 13): “A primeira lei de Newton diz que quando o corpo está em movimento, ele permanece em movimento...”. Ele não explica o fato ocorrido na tirinha, nem acrescenta uma descrição mais bem elaborada à sua resposta, não conseguindo, portanto, elucidar o motivo pelo qual Garfield e demais ocupantes do veículo são arremessados para frente. Mais especificamente, não consegue recontar a situação usando suas próprias palavras.

Descreva a situação vivida por Garfield e sua turma. Qual o conceito físico central envolvido dessa tirinha? Descreva-o. A primeira lei de Newton diz que quando o corpo está em movimento ele permanece em movimento e quando ele está em repouso ele permanece em repouso.

**Figura 13:** Resposta do aluno I à questão 1 da avaliação.

A avaliação desta pergunta foi dividida em três partes que se acentuaram da seguinte maneira: i) conectou o contexto e descreveu o conceito; ii) não conectou o contexto e explicou o conceito; e iii) reproduziu uma resposta pronta desenvolvida em outra situação.

O gráfico evidencia que dos 40 estudantes 16 conseguiram aprender de forma significativa e desenvolveram o conceito que se manifestou em situações diferentes daquela do contexto de aprendizagem; outros 14 aprendizes apresentaram indícios de aprendizagem significativa, porém o conceito aprendido



**Figura 14:** Análise de aderência ao padrão mais adequado de respostas à questão.1 da avaliação. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

não não se mostrou generalizável, de modo a ser aplicado a outras situações; finalmente, 10 estudantes apresentaram uma aprendizagem mecânica, o foi percebido nas respostas supostamente decoradas de outras situações-problemas.

A avaliação conta com uma segunda problemática baseada no que está apresentado na Figura 15.



**Figura 15:** Tirinha da zebra. **Fonte:** Disponível em: [http://images.slideplayer.com.br/5/1587068/slides/slide\\_22.jpg](http://images.slideplayer.com.br/5/1587068/slides/slide_22.jpg). Adaptada. Acesso em 20/05/2018.

Sobre essa situação, perguntou-se aos estudantes o que aconteceu e se havia relação entre as imagens. O aluno J respondeu (Figura 16): “O caso foi que a zebra estava em um certo movimento e quando o corpo freia as listras tende a continuar em movimento por causa da primeira lei de Newton a da inércia. Sim ela se compara com a 1 questão”.

O que aconteceu com as listras da zebra que elas foram amontoar em sua cabeça? O princípio físico dessa tirinha possui relação com o da primeira? Explique.

O caso foi que a zebra estava em um certo movimento e quando o corpo freia as listras tendem a continuar em movimento por causa da primeira lei de Newton a de inércia. Sim ela se comporta com a 1ª questão.

**Figura 16:** Resposta do aluno J à questão 2 da avaliação.

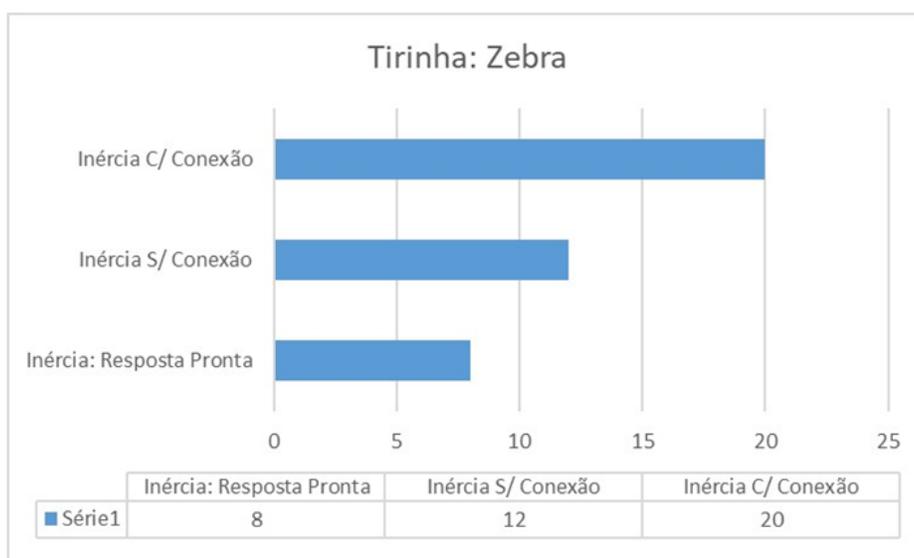
Um estudante, aluno K, relatou o seguinte (Figura 17): “Aconteceu o mesmo conceito físico, a inércia, ocorreu com as listas”.

O que aconteceu com as listras da zebra que elas foram amontoar em sua cabeça? O princípio físico dessa tirinha possui relação com o da primeira? Explique.

Aconteceu o mesmo conceito físico, a inércia, ocorreu com as listras.

**Figura 17:** Resposta do aluno K à questão 2 da avaliação.

Com estas respostas, pode-se elaborar o gráfico da Figura 18, que relaciona a quantidade de estudantes que apresentaram sinais de aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa que se adapta com situações diferentes e as que não se adaptam.



**Figura 18:** Análise de aderência ao padrão mais adequado de respostas à questão 2 da avaliação. **Fonte:** Elaborado pelos autores

Dos 40 estudantes que participaram desta atividade, 8 deram respostas prontas – como aquelas apresentadas pelo estudante K, demonstrando vestígios de uma aprendizagem mecânica. Do total, 12 estudantes aparentaram ter desenvolvido uma aprendizagem que, todavia, ainda não possui clareza ao relacionar sua resposta ao novo contexto. Os demais, 20 estudantes, apresentaram indícios de terem aprendido significativamente, uma vez que foram capazes de correlacionar e explicar o conceito de inércia dentro de novas situações-problema.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estratégia utilizada para este trabalho foi a de criar comunidades investigativas no âmbito da sala de aula. Estas comunidades estiveram focadas no desenvolvimento conceitual da inércia, abordada por Aristóteles, Galileu e Isaac Newton. Essa estratégia foi baseada no estudo da aprendizagem significativa de David Ausubel e no Programa de Filosofia para Crianças de Lipman.

Tendo em vista o exposto acima, por meio da análise gráfica e dos diálogos apresentados pelos estudantes, entende-se que abordar o tema da inércia nessa perspectiva teórico-metodológica logrou bons resultados, uma vez que se aborda o tema de uma maneira diferenciada, promove e estimula o pensar crítico e a aprendizagem significativa.

Foram pensadas atividades que relacionam a formação do conceito de inércia contextualizado para situações cotidianas; a primeira atividade tinha por propósito avaliar o nível da comunidade investigativa em relação à compreensão do conceito de inércia e, de 40 estudantes, 32 relataram o conceito de inércia, alguns até sem expressar propriamente a palavra “inércia”. Do total, 80% dos alunos da comunidade investigativa apresentaram noções do conceito de inércia; acredita-se que isso ocorreu pelo fato de os estudantes já terem visto as Leis de Newton em outro momento do ano letivo. Por fim, os 20% restantes relataram outra visão em relação a situação proposta, justificando a situação-problema com conhecimentos relativos à terceira Lei de Newton.

Durante a execução da proposta, os professores enfrentaram algumas dificuldades, uma vez que alguns estudantes se posicionaram contrariamente à abordagem escolhida como metodologia da pesquisa. Estes estudantes manifestaram suas opiniões de forma aberta à comunidade investigativa, fazendo uso de comentários do tipo: “Isso não é aula de Física”, “nós já vimos as leis de Newton”, “se Aristóteles estava errado, não há motivos para falar sobre ele”, entre outros.

Outra parte da comunidade investigativa compreendeu a proposta e contribuiu substancialmente para o desenvolvimento da pesquisa e sua própria aprendizagem; mesmo estes já tendo visto o conteúdo, manifestaram seus questionamentos a respeito do estado de movimento dos corpos e sua inércia. O retorno mais significativo da proposta foi feito em relação ao uso das narrativas em forma de quadrinhos; muitos relataram seu desejo de que os livros didáticos trouxessem mais narrativas em forma de histórias curtas; o fato de serem imagens contextualizadas, contendo cenários e situações que apresentam a problemática de forma simples e direta, também foi elemento de elogio dos alunos.

No questionário II, avaliação proposta, 100% da comunidade investigativa respondeu às perguntas com base no conceito de inércia; nesta avaliação, destacaram-se três grupos: i) aqueles que utilizaram respostas mecânicas contendo a explicação sobre o conceito (20%); ii) resposta descritiva do conceito,

porém sem conexão com a situação-problema da avaliação (30%); e iii) respostas descritivas do conceito em que se realizou a conexão da nova situação-problema e as demais apresentadas (70%).

A análise comparativa da primeira atividade com a última trouxe à luz um aumento de 20% no crescimento da população que compreendeu e soube relacionar bem as situações com o conceito. As tirinhas, histórias em quadrinhos e charges – atividades potencialmente significativas – que foram empregadas dentro deste trabalho foram planejadas para serem simples e autoexplicativas, tornando a aprendizagem mais simples, facilitando a abstração, assimilação e ancoragem dos conceitos.

## Referências

- ARISTÓTELES. Physics. In: BARNES, J. (Ed.). *The Complete Works of Aristotle*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1984. v. 1.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília, 1999. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica.
- FILHO, O. L. S.; FERREIRA, M. Teorias da aprendizagem e da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. *Revista do Professor de Física*, v. 2, n. 2, 2018.
- GRANT, E. *Physical Science in the Middle Ages*. New York: Cambridge University Press, 1993.
- LIPMAN, M. *O Pensar na Educação*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1995.
- LIPMAN, M. *Natasha: diálogos vygotskianos*. Porto Alegre: Artes médicas, 2002.
- LIPMAN, M.; SHARP, A. M.; OSCANYAN, F. *A filosofia na sala de aula*. [S.l.]: Nova Alexandria, 2001.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.
- MOREIRA, M. A. ¿afinal qué es aprendizaje significativo? *Qurrriculum: revista de teoria, investigación y práctica educativa*, La Laguna, Espanha, n. 25, p. 29–56, 2012.
- POLITO, A. M. M. Galileu, descartes e uma breve história do princípio da inércia. *Boletim da Física*, v. 4, n. 2, 2016.
- SILVEIRA, R. J. T. *A filosofia vai à escola?: estudo do 'Programa de filosofia para crianças' de Matthew Lipman*. Tese (Doutorado), Campinas, 1998.
- SORABJI, R. John philoponus. In: SORABJI, R. (Ed.). *Philoponus and the rejection of Aristotelian science*. London: Duckworth, 1987.