

# ATICA 2019

## Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

OBRAS COLECTIVAS  
TECNOLOGÍA 30

UAH

Jorge Finochietto  
José A. Gutiérrez de Mesa  
Carmen Rodriguez  
Luis Bengochea  
(Editores)

# ATICA2019

## Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

Obras Colectivas de Tecnología 30

*Jorge Finochietto  
José Antonio Gutiérrez de Mesa  
Carmen Rodríguez  
Luis Bengochea  
(Editores)*



Universidad  
de Alcalá



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# **ATICA2019: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas**

Libro de Actas

X Congreso Internacional sobre Aplicación  
de Tecnologías de la Información y  
Comunicaciones Avanzadas

10th International Congress on Application of  
Advanced Information and Communications  
Technologies

**Universidad Nacional de Córdoba  
Córdoba (Argentina)  
20 al 22 de noviembre de 2019**



El libro “**ATICA2019: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas**” en el que se recogen las Actas del *X Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones*, editado por Jorge Finochietto, José Antonio Gutiérrez de Mesa, Carmen Rodríguez y Luis Bengochea, se publica bajo licencia Creative Commons 3.0 de reconocimiento – no comercial – compartir bajo la misma licencia. Se permite su copia, distribución y comunicación pública, siempre que se mantenga el reconocimiento de la obra y no se haga uso comercial de ella. Si se transforma o genera una obra derivada, sólo se puede distribuir con licencia idéntica a ésta. alguna de estas condiciones puede no aplicarse, si se obtiene el permiso de los titulares de los derechos de autor.

Universidad de Alcalá  
Servicio de Publicaciones  
Plaza de San Diego, s/n  
28801 Alcalá de Henares  
[www.uah.es](http://www.uah.es)

ISBN: 978-84-18254-52-9

Edición digital

Imagen de la portada: “*Best Internet Concept of global business from concepts series. Elements of this image furnished by NASA*”. Techsmith Assets. (Subscription UNC).

*Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), la Universidad de Alcalá (España) ni de ninguna de las instituciones que han colaborado en la organización del congreso.*

## **Resolução de problemas abertos: uma proposta para o ensino de física quântica**

Giovana Espíndola Batista<sup>1</sup>; Jorge Rodolfo Silva Zabadal<sup>2</sup>; Ederson Staudt<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, RS, Brasil  
giovanabaista@caqueadas.ifsul.edu.br

<sup>2</sup>Departamento Interdisciplinar  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil  
jorge.zabadal@ufrgs.br

<sup>3</sup>Departamento Interdisciplinar  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil  
edereson.staudt@ufrgs.br

Resumo: Este trabalho tem por objetivo produzir uma estratégia metodológica para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes em relação aos seus estudos sobre física quântica. Assim, busca-se o aperfeiçoamento de algumas habilidades, como: investigar, interpretar, resolver e formular problemas. Pretende-se contribuir para a aprendizagem significativa e estimular a mudança de atitude dos alunos a respeito da construção de sua própria aprendizagem. Metodologicamente, foi realizada uma sequência didática para a resolução de problemas abertos, com a abordagem dos conceitos de física quântica relacionando-os aos avanços tecnológicos. A proposta foi desenvolvida em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual situada em Porto Alegre - RS. Dentre os resultados obtidos pode-se destacar a maior participação em aula, autonomia para realizar investigações e trabalhar em grupo, discernimento para interpretar questões mais complexas. Em razão disto, conclui-se que a metodologia contribui para desenvolver as habilidades pertinentes ao ensino da Física.

Palavras-chaves: Resolução de problemas abertos, ensino de Física, Física Quântica.

### **1. Introdução:**

Sabe-se da dificuldade dos alunos nas disciplinas de Física e Matemática, pois os índices educacionais apontam para o baixo rendimento dos estudantes e a elevada taxa de reprovação nestes componentes curriculares. São muitos os fatores que contribuem para este desempenho no componente específico da física. Dentre alguns deles, podemos ressaltar que esse componente curricular, na maioria das vezes, é abordado de forma eminentemente mecânica, não apresentando relação com o cotidiano, dando ênfase a fórmulas, listas de exercícios repetitivos, cálculos e equações que pouco interesse desperta no aluno. Poucos alunos são os que conseguem bons resultados, sendo vistos como exceção à regra. Os resultados dados do programa

internacional de avaliação de estudantes (Pisa)<sup>1</sup> de 2015 apontam no sentido deste triste diagnóstico.

Isso, por si só, já é suficiente para revelar que o ensino de física no Brasil vive um momento de grande desafio. De outro modo, frente aos avanços tecnológicos da atualidade, pensar uma abordagem contextualizada e inovadora exige automaticamente que se considere o ensino dos conceitos da Física Moderna de modo a poder contribuir para a aprendizagem significativa e a alfabetização científica apropriada aos nossos dias.

Nesse contexto, a proposta deste trabalho consiste em uma estratégia para o ensino de Física Quântica no Ensino Médio através da metodologia de resolução de problemas abertos. Estes por sua vez são caracterizados por não trazerem em seu enunciado informações suficientes para a resolução imediata o que implica em não possuírem soluções diretas ou pré-estabelecidas.

As situações problemas abertos<sup>2</sup> oportunizam a contextualização entre conteúdo científico-cotidiano. O papel do professor neste contexto é estabelecer conexões entre a experiência pessoal do estudante diante do fenômeno e o conteúdo didático. Por esta razão, a resolução de problemas abertos assume papel de grande importância no aprendizado, pois estimula discussões entre alunos e o professor, promovendo a interação social e a troca de experiências para Vigotski (2001) a colaboração e a interação social são fatores importantes no processo de ensino aprendizagem.

## 2. Problemas abertos

Segundo Echeverría e Pozo (1998), o objetivo principal da aprendizagem através da resolução de problemas abertos é desenvolver no aluno o hábito de enfrentar a aprendizagem como um desafio, para o qual se deve construir uma resposta. De acordo com os autores a metodologia possibilita ao aluno estabelecer relações entre o conteúdo e o cotidiano, instiga sua curiosidade, fomenta a argumentação e o debate desenvolvendo o pensamento crítico ao induzir a análise e a interpretação de dados e estimula a confiança na tomada de decisões para resolver o problema.

Problemas abertos são questões cujo o enunciado não contenha todos os dados necessários para a construção imediata de uma resposta. Como consequência são problemas para os quais não existe uma solução pré-estabelecida. Um ganho imediato, é o de que para cada releitura uma nova condição de hipótese a ser estabelecida para a sua resolução, pode revelar um resultado diferente, modificando e aprofundando a aprendizagem do estudante. As questões abertas possibilitam sempre uma reorganização em suas respostas demonstrando ao estudante um processo de contínua evolução do conhecimento. Isso faz com que o estudante seja aproximado daquilo que é procedimento padrão nas condutas de um cientista para a explicação de um determinado fenômeno. Assim, o professor deve atuar como mediador na resolução dos problemas estimulando o debate, o raciocínio crítico, a participação, o trabalho colaborativo, a releitura da questão analisando e explorando diferentes

---

<sup>1</sup>Disponível em <<https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Brazil-PRT.pdf>>. Acesso em: dezembro 2018.

<sup>2</sup>Apresentamestadoiniciaisóparcialmenteconhecidos.

aspectos.

Nesse sentido, a metodologia de problemas abertos tem sua origem nos problemas de Fermi também conhecidos como problemas de estimativas. A técnica de Enrico Fermi implica em estabelecer estimativas a busca de informações ausentes na formulação inicial, ou seja, quais são as informações relevantes para resolver o problema e de posse de tais informações é necessário trabalhar na análise, interpretação, justificativa e verificação para a elaboração da solução. Assim, tão ou mais importante do que determinar a resposta, é avaliar o processo ou estratégia utilizada.

O trabalho de elaboração de estimativas se equivale à construção de hipóteses na resolução de problemas abertos percebe-se também que os passos seguintes de ambas as técnicas se equivalem. Ademais, a cada nova estimativa ou hipótese proporciona a reorganização de ideias.

### **3. Como trabalhar com a metodologia de resolução de problemas abertos**

Trabalhar com problemas abertos se afasta daquilo que usualmente é realizado ao final dos capítulos dos livros didáticos quando estes apresentam um conjunto de problemas sugeridos. Dessa maneira o primeiro se refere justamente na elaboração dos enunciados. Para tanto é fundamental explorar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e, de posse disso, propor problemas que de fato possam ser resolvidos de maneira não mecânica. A elaboração de enunciados abertos não exige a abordagem direta do conteúdo ou de um conceito específico. Pode ser inspirada em uma propaganda, uma notícia ou uma reportagem, uma situação cotidiana, etc. As possibilidades são inúmeras, contribuindo para desconstruir a abordagem encontrada em vários livros didáticos. A intenção é dispor de outras maneiras na apresentação dos enunciados na tentativa de aguçar e mudar o olhar do aluno sobre o componente curricular. Portanto, estruturar um ensino baseado na resolução de problemas é planejar situações em que o aluno seja capaz de buscar estratégias para resolvê-las e que eventualmente, demonstre a aplicabilidade e a importância dos conceitos trabalhados.

Através da resolução de questões abertas espera-se desenvolver uma aprendizagem efetiva. Neste contexto, os problemas são implementados com progressivo grau de dificuldade, os primeiros problemas tem o objetivo de instruir e familiarizar a metodologia ao aluno e na medida em que o estudante vai adquirindo subsídios mais elaborados, a complexidade dos problemas aumenta. Assim sendo, é preciso conciliar o fato de que o problema não pode ser trivialmente simples, de modo a se revelar com resposta imediata e desinteressante, nem extremamente complexo de maneira que a sua solução não possa ser alcançada.

O trabalho em grupo também é fundamental para o desenvolvimento desta proposta, pois possibilita a troca de informações, a argumentação e o esclarecimento de dúvidas. Também oportuniza que, no decorrer do processo, os problemas sejam organizados e distribuídos conforme as dificuldades e necessidades reveladas por cada grupo, identificação que será possível com o olhar atento do professor.

Ao trabalhar esta metodologia algumas etapas no processo de resolução dos problemas devem ser desenvolvidas para garantir a compreensão e participação efetiva do aluno. O papel do professor é encorajar o aluno a encontrar a melhor solução para o problema em função das hipóteses adotadas e informações extras coletadas e ao longo de todo o processo fomentando a ressignificação e incorporação de novos conhecimentos fundamentais para uma aprendizagem significativa.

#### 4. Etapas para a resolução de problemas abertos

As etapas são baseadas nas ideias nos autores G. Polya (1995) e em Pozo (1998), o quadro abaixo tem o objetivo de esclarecer tais etapas. A organização numérica é uma sequência que visa à organização das principais etapas na resolução, porém não é estática e deve ser retomada, se necessário, durante o processo:

	Papel do aluno	Papel do professor
1º Etapa	Compreender o problema:  Ler e reler o problema percebendo claramente o que necessário para necessário para reunir informações sobre o problema; O que se quer? O que é desconhecido?	Habituar o aluno a tomar suas próprias decisões e refletir sobre as mesmas, dando-lhe autonomia;
2º Etapa	Delinear um plano:  Selecionar as informações pertinentes e delinear com serão utilizadas. Quais informações são importantes? Como será resolvido?	Fomentar a cooperação entre os alunos, incentivar o debate sobre os diversos pontos de vista e analisar as diferentes hipóteses;
3º Etapa	Executar o plano traçado para a resolução;	Realizar um trabalho de apoio dirigido para fazer perguntas ao invés de dar as respostas às perguntas dos alunos.
4º Etapa	Olhar retrospectivamente: o solucionador deve avaliar a solução obtida. Nenhuma informação foi deixada de lado? É possível encontrar outra resposta?	Fomentar a cooperação entre os alunos, incentivar o debate sobre os diversos pontos de vista e analisar as



	É possível verificar o resultado? A retrospectiva é fundamental para análise e entendimento do problema.	soluções diferentes;
5º Etapa	Leitura e apresentação da resolução do problema pelo grupo para a turma.	Fomentar a leitura dos problemas e suas respostas; É possível encontrar outra resposta ou melhorar a mesma? Viabilizar o debate das respectivas respostas com o grande grupo.

## 5. A avaliação da metodologia

A avaliação deve ser entendida como parte do processo de ensino-aprendizagem. Deve ser parte integrante do planejamento da aula e no decorrer das atividades, tendo por objetivo dimensionar o resultado do trabalho do aluno e o êxito da proposta realizada pelo professor. Para Villatorre (2009), a avaliação é um instrumento de diagnóstico que possibilita ao educador condições de compreensão do estágio em que o aluno se encontra e, de posse desta percepção, o professor poderá desenvolver estratégias para que o aluno alcance o conhecimento desejado. Dessa forma, além de servir ao aluno como referência para seu aprendizado, a avaliação é uma análise que norteia o trabalho do professor.

Igualmente para Pozo (1998), a avaliação deve ser um processo de análise e julgamento qualitativo do processo de aprendizagem e não somente uma média do processo final. Portanto, é necessário avaliar todo o processo de construção do aluno. Nessa perspectiva, avaliar a resolução de problemas abertos implica em analisar todo o processo de construção da resposta, examinando cada etapa da resolução e não somente o resultado obtido ao fim do exercício. Avaliar apenas a resposta final é desconsiderar todo o percurso executado pelo aluno. O autor evidencia a importância de critérios detalhados que orientem a observação do professor durante o processo de resolução realizado pelos alunos.

Na presente proposta o professor pode acompanhar a desenvoltura dos estudantes quando estes estão realizando as atividades em grupo, observando, a participação efetiva de cada integrante. No momento da socialização das respostas construídas o professor pode acompanhar o nível de profundidade das hipóteses assumidas além das estratégias utilizadas para a coleta de informações subsidiárias que não estavam no corpo do enunciado. Além de verificar o engajamento dos demais estudantes da turma na obtenção de respostas alternativas as que eram apresentadas pelo respectivo grupo. O que está em acordo com Harlen (1985) e Gil Pérez (1992), a avaliação da resolução dos problemas deve englobar os critérios de interpretação e compreensão do problema, a capacidade de formular hipótese, a postura investigativa, o desenvolvimento da aquisição de conceitos, o desempenho oral, a atitude colaborativa

em grupo. A partir desses destes critérios, as práticas avaliativas estarão alicerçadas em analisar a trajetória do aluno.

## 6. Metodologia

Metodologicamente, a sequência didática foi dividida em seis momentos principais. Essa organização teve por objetivo melhor avaliar a evolução dos alunos na execução da atividade. Os momentos principais foram os seguintes:

1º momento: Trabalho com os organizadores prévios através de um questionário investigativo. De acordo com Ausubel, os organizadores prévios são “pontes cognitivas”, ou seja, materiais introdutórios que permitem ao professor perceber quais são os conhecimentos dos alunos acerca do assunto e a partir desta informação sanar carências evidenciadas para fazer a ancoragem dos novos conceitos.

2º momento: Início da resolução de problemas. A organização da estratégia didática ocorreu através da exposição oral breve sobre determinado assunto e após foram entregues os problemas abertos distintos para diferentes grupos. Neste momento foi disponibilizado o laboratório de informática e acesso a biblioteca.

É importante salientar que a necessidade percebida em se estabelecer um intervalo de tempo entre o momento da resolução dos problemas e as apresentações, por parte dos estudantes, das respectivas resoluções para que os grupos pudessem melhor refletir sobre as soluções que encontraram e se organizarem para a exposição dos resultados. Assim, os grupos apresentaram as soluções das questões sempre na semana seguinte às resoluções.

Na aula destinada à apresentação dos problemas, cada grupo deveria ler um problema e comentar a sua resolução. Após as apresentações, as resoluções foram debatidas com toda a turma, objetivando explorar as respostas dos problemas e retomar os conceitos trabalhados na aula expositiva, estabelecendo relações entre o conceito e suas aplicabilidades. Além disso, tal estratégia também permite verificar se estudantes que não participaram do grupo eram capazes de estabelecer soluções distintas.

A metodologia de problemas abertos também permite explorar e desenvolver habilidades distintas em cada grupo de acordo com as necessidades e dificuldades encontradas.

Citam-se dois problemas utilizados no decorrer da metodologia:

1) Alguns detergentes de roupas anunciam que seus produtos deixam as roupas ainda mais brancas, mas isso se trata, realmente, de limpar profundamente o tecido e eliminar manchas por completo?

Ao debater esse problema é fundamental reconstruir a ideia de reflexão da luz, ou seja, a luz emitida penetra no tecido ocasionando o espalhamento ressonante da luz e reemissão em certos espectros de luz visível. As diferentes substâncias presentes no sabão apresentam diferentes espectros de remissão de luz visível, ou seja, vermelho, verde, azul entre outras proporcionando a homogeneidade do sistema e a interpretação da remissão luz branca. Isso então significa que visualizar as roupas mais brancas não pode ser diretamente associado a remoção de sujeiras mas sim com a introdução de componentes que aumentam o espectro de espalhamento da luz visível.

2) O mar e o céu aparentam ser azuis na maior parte do tempo, pois o ar atmosférico reemite, fundamentalmente, a componente azul da luz solar. Assim, a cor de um

objeto está relacionada com o comprimento de onda reemitido (espalhado), inicialmente interpretado como o resultado dos processos de absorção e a reflexão da luz. A afirmação muito comum de que os corpos negros não emitem luz é verdadeira? Justifique sua resposta.

Primeiramente devemos reorganizar o conceito de absorção e reflexão pelo conceito de espalhamento. O espectro de radiação emitida por um corpo, isto é, a energia emitida por unidade de área, por unidade de tempo e por unidade de comprimento de onda. Portanto, a afirmação que os corpos negros não emitem luz é falsa, pois os corpos negros têm espalhados na frequência do ultravioleta, como esse comprimento de onda não sensibiliza nossos olhos temos a percepção de corpo negro, ou seja, a ausência de luz visível.

Para um melhor aproveitamento da metodologia os estudantes foram orientados a se organizarem em grupos segundo o critério de afinidade. Os primeiros problemas trabalhados tinham os objetivos de instruir o aluno para a metodologia como também levantar os conhecimentos prévios. Nesta fase inicial os problemas não ofereciam grandes dificuldades conceituais. Posteriormente, na medida em que o aluno se apodera do método e adquire confiança, desenvolvendo a autocrítica e adquirindo subsídios mais elaborados, os problemas tornaram-se mais complexos. No decorrer da metodologia cada grupo demonstrou dificuldades em habilidades distintas que foram aperfeiçoadas ao longo da metodologia, como: A dificuldade investigativa, no início, as pesquisas eram bem superficiais, e caracterizada principalmente pelas informações encontradas em sites populares, não havendo o hábito de buscar aprofundamento na busca ou procurar informações mais consistentes. Entretanto, ao longo do trabalho, esta atitude se modificou gradualmente. A insegurança demonstrada na interpretação, resolução e apresentação dos primeiros problemas cedeu espaço para a autonomia no trabalho em grupo e desenvoltura na apresentação das resoluções. Ademais, o progresso conceitual também foi notório e comprovado a partir das análises realizadas nos questionários investigativos, como também na elaboração de hipóteses e nas construções de respostas cada vez mais elaboradas.

## 7. Considerações finais:

Ao proceder para a reflexão a cerca dos resultados na aplicação desta metodologia podemos destacar alguns aspectos:

Apesar das considerações iniciais realizadas pela professora no que se refere a mudança dos problemas tradicionais para os problemas abertos eram recursivas as indagações dos estudantes sobre a existência de apenas uma resposta correta. Além disso, sobre a interpretação e demais etapas da construção da solução demonstram considerável insegurança nestas habilidades e/ou o hábito de estudar desta forma. A preocupação em encontrar a “resposta correta” confirma a prática avaliativa que prioriza a resposta final em detrimento do processo de construção e entendimento da solução. Entretanto, no decorrer das atividades, as mudanças de atitudes nos grupos tornam-se visíveis, a autonomia de ler e interpretar o problema, organizar, sistematizar a investigação e elaborar coletivamente a solução da questão foram habilidades que acabaram se mostrando mais fortalecidas. Nesse sentido, o trabalho em grupo também contribui para que, individualmente, cada estudante aperfeiçoe suas habilidades e superasse dificuldades.

A proposta de avaliar todas as etapas do processo oportunizou o reconhecimento desejado pelos alunos, contribuindo para aumentar o comprometimento e a responsabilidade nos trabalhos em grupos e, desta maneira, diminuir a infrequência nas aulas de física.

A metodologia também contribuiu para melhorar a oralidade e postura nas apresentações de trabalhos. A organização das apresentações foi estabelecida através da leitura do problema, sua resolução e posterior explicação. Neste momento, o aluno verbalizava sua explicação utilizando-se dos teoria/conceitos físicos e neste esforço desenvolve sua oratória. Ao professor, como mediador da construção do conhecimento propicia identificar e sanar as dúvidas ou conceitos mal compreendidos/formulados pelos alunos.

Ademais, a proposta de debater algumas soluções em virtudes das hipóteses assumidas reorganizar as respostas minimizou a resistência de muitos alunos à apresentação de trabalhos. Pois, entre os vários fatores, que contribuem para isto a vergonha ou o medo de errar a resposta em público ganham destaque. Portanto, a insegurança é subtraída com o enfoque da metodologia. A autonomia de formular e revolver problema também são evidenciadas. Entretanto, como qualquer habilidade requer tempo para ser desenvolvida e aperfeiçoada.

Em síntese, a proposta colabora no trabalho do docente porque auxilia a identificar as barreiras durante o processo de aprendizagem. Sabe-se que são inúmeras as limitações a serem superadas, tais como a compreensão errada do conceito, a dificuldade de interpretar e relacionar, de resolver e avaliar respostas, de comunicação. O principal ganho pedagógico é conseguir reconhecerem cada aluno sua limitação e auxiliá-lo a superá-la.

Portanto, o trabalho demonstra a possibilidade de mudar as atitudes dos estudantes em aula. O docente passa a orientar o trabalho colaborando no enriquecimento do processo. O estudante desenvolve atitudes de responsabilidade e coparticipação em sua aprendizagem. Assim, o estudante apura as habilidades de ser criterioso na busca de informações, avaliar e emitir opinião, interpretar e resolver problemas, ou seja, aprende a aprender adquirindo segurança e autonomia.

## 8. Referências

1. GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, v. 11, n. 2, p.197-212, 1993.
2. MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de aprendizagem. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011.
3. POLYA, George. **A arte de resolver problemas**: um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.
4. POZO, Juan Ignacio. **Aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.
5. POZO, Juan Ignacio. **A Solução de Problemas**: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
6. \_\_\_\_ RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ABERTOS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº3, 2017