

## TÓPICOS DE NANOCIÊNCIA PARA O ENSINO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS NOS 9<sup>OS</sup> ANOS

Oswaldo Claudino dos Santos Neto <sup>1</sup>  
Watson Beck Júnior <sup>2</sup>  
Tamily Roedel <sup>3</sup>

### RESUMO

A Nanociência é uma área de estudos recente e em forte expansão, ela estuda as propriedades diferenciadas dos materiais em escala nanométrica, muito próximo do tamanho de um átomo. Pode-se explorar o caráter interdisciplinar da Nanociência para mostrar aplicações de conceitos matemáticos de área de superfície e volume, pois estes conceitos podem ser utilizados para explicar algumas propriedades diferenciadas dos materiais em escala nanométrica. Este trabalho propôs utilizar este tema para abordar os conceitos de área de superfície e volume do cubo com alunos dos 9<sup>os</sup> anos. Os objetivos foram despertar o interesse dos alunos e ampliar seu conhecimento sobre Nanociência ao mesmo tempo em que apresenta uma aplicação dos conceitos matemáticos aprendidos na escola. Para verificar a efetividade do trabalho foram aplicados questionários antes e após a sequência didática e analisados comparativamente junto com as observações do pesquisador. Os resultados mostram que o tema despertou a curiosidade dos alunos e que tanto o conhecimento sobre Nanociência quanto sobre área de superfície e volume do cubo foram ampliados.

**Palavras-chave:** Matemática aplicada, Interdisciplinaridade, Nanociência.

### INTRODUÇÃO

Embora a Matemática tenha aplicação em diversos campos do conhecimento, sejam eles científicos ou sociais, essas aplicações não costumam ficar evidentes nas aulas da disciplina. Geralmente a aplicação dos conceitos matemáticos é feita em outras disciplinas como física e química. Entretanto isso não aproxima a educação matemática das demais. Pelo contrário, ela se distancia, como pode ser constatado na Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2016) onde a Matemática aparece sozinha em sua área de conhecimento, enquanto que as outras disciplinas estão agrupadas em áreas maiores. Embora tal observação possa mostrar a importância dos saberes matemáticos, também destaca a dificuldade da Matemática em se relacionar com as outras disciplinas escolares.

---

<sup>1</sup> Especialista em Pesquisa e Prática Pedagógica, osvaldo.claudino@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Ciências com área de concentração Físico-Química, wbeckj@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, bio4tami@yahoo.com.br

Tentando aproximar os conteúdos desta disciplina com a realidade dos alunos, uma alternativa pode estar justamente em buscar aplicações da Matemática com outras áreas do conhecimento, como a física e a química, e trazê-los para as aulas de Matemática.

Um ramo relativamente recente das ciências, mas que vem se mostrando bastante promissor é a Nanociência. Ela é destacada como uma área interdisciplinar que congrega física, química, biologia, ciências médicas e engenharia de materiais (SILVA, 2008). Segundo Ellwanger *et al.* (2012), novos produtos e aplicações contendo Nanociência vêm sendo lançados todos os dias, o que tem gerado na população a necessidade de compreender os conceitos básicos envolvidos nesta área do conhecimento tão inovadora.

Pensando em formas de tornar a Matemática mais significativa a presente pesquisa se propôs a utilizar tópicos de Nanociência para introduzir e explicar conceitos matemáticos. Buscou-se assim destacar a importância da Matemática para o entendimento deste novo campo das ciências e relacioná-la com temas bastante atuais e de importância científico-social. Para isso foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática para as aulas de Matemática envolvendo Nanociência de forma que sejam aplicados os conceitos de área de superfície e volume.

O objetivo geral deste trabalho é explorar o caráter interdisciplinar da Nanociência para promover um ensino de Matemática mais significativo contribuindo para despertar o interesse científico dos estudantes. E os objetivos específicos são ampliar o conhecimento dos alunos a respeito da Nanociência e Nanotecnologia (N&N) e despertar seu interesse a respeito destes temas; desenvolver os conceitos matemáticos de área de superfície e volume do cubo; destacar a importância da Matemática no estudo das propriedades dos nanomateriais, mostrando aos alunos uma aplicação prática dos conceitos matemáticos envolvidos; e identificar e avaliar as possíveis vantagens do trabalho de conceitos matemáticos em um contexto interdisciplinar.

## **METODOLOGIA**

### **CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

A abordagem da pesquisa é quali-quantitativa, de natureza aplicada, método exploratório e explicativo, quanto aos procedimentos é classificada como etnográfica e pesquisa-ação.

A abordagem quantitativa busca revelar um panorama geral do objeto da pesquisa fornecendo dados que podem ser analisados estatisticamente. E a qualitativa contribui para detalhar a pesquisa com dados que não podem ser quantificados e que serão analisados comparativamente entre si e com os dados numéricos. Ambas as abordagens possuem virtudes e defeitos que se complementam; seu uso conjunto tende a contribuir para o melhor entendimento do fenômeno (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Segundo Gil (2010, p. 26) a pesquisa aplicada “abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem”.

As pesquisas exploratórias são aquelas que “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35). Para Gil (2010, p. 28) “as pesquisas explicativas têm como propósito identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos”.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa aqui descrita pode ser classificada como etnográfica visto que o pesquisador está inserido no ambiente da pesquisa. Conforme Gerhardt e Silveira (2009) pesquisa etnográfica tem algumas características das quais se destaca o uso da observação participante e a interação entre o pesquisador e o objeto da pesquisa. No entanto, esta pesquisa também busca solucionar ou ao menos diminuir a manifestação do problema, o que a caracteriza como uma pesquisa-ação. Para Thoillent (1985, p. 14 apud GIL, 2010, p. 12) a pesquisa-ação é: “um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida em estreita associação com uma ação ou ainda, com a resolução de um problema coletivo, onde todos os pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo”.

## COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A pesquisa foi aplicada em uma escola pública de Ensino Fundamental do município de Gaspar - SC entre os meses de fevereiro e março de 2018. Os objetos da pesquisa foram os alunos dos 9<sup>os</sup> anos do período matutino desta escola, sendo 59 indivíduos distribuídos em duas turmas. O pesquisador é professor de Matemática da turma pelo 3<sup>o</sup> ano consecutivo e possui convivência contínua com os alunos há pelo menos 4 anos.

Inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico através do qual se buscou aprender mais sobre a N&N, visto que estes não são temas do campo de estudo do

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

pesquisador. Além do levantamento sobre N&N, foi também realizada a leitura de pesquisas anteriores sobre temas relacionados e que pudessem contribuir com a pesquisa. Os dados recolhidos foram analisados e comparados de forma a determinar quais os resultados alcançados e quais os fatores que contribuíram para os resultados obtidos.

Propôs-se então que neste trabalho o professor torne-se o pesquisador, a sala de aula o ambiente pesquisado e os alunos sujeitos ativos em todo o processo. Após a aplicação, a sequência didática desenvolvida ficou a disposição da comunidade escolar para uso posterior.

Foram aplicados dois questionários, sendo um inicial (QI), com 5 perguntas; e um final (QF), com 8 perguntas. Para facilitar a leitura e interpretação dos resultados as questões foram divididas em 4 grupos. Cada grupo de questões está relacionada a um dos objetivos propostos inicialmente. Para facilitar a leitura e interpretação as questões do QI e do QF foram apresentadas juntas quando for conveniente. Justifica-se aqui que o QI foi aplicado com 59 alunos, enquanto que o QF foi aplicado com apenas 55.

#### DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

O trabalho consistiu no desenvolvimento e na aplicação de uma sequência didática (SD) que colocou os educandos em contato com um tema científico bastante atual, a N&N. Além disso, a SD foi elaborada de maneira que os conceitos matemáticos envolvidos fossem destacados para que os alunos percebam a importância das ferramentas matemáticas para estudar e explicar os fenômenos da N&N.

Os assuntos matemáticos abordados na SD foram Área de superfície ( $A_s$ ) e Volume ( $V$ ) do cubo. Foram utilizados conceitos matemáticos previstos para o nível dos alunos estudados. A SD abordou a N&N pelo olhar matemático buscando explicar uma de suas propriedades através de cálculos.

A SD foi dividida em 6 etapas. A primeira etapa consistiu na aplicação do questionário preliminar (QI). Na segunda etapa, as turmas assistiram três vídeos curtos falando sobre N&N: “Nanotecnologia” (NANOTECCNOLOGIA, 2017), “Nanotecnologia – tudo sobre” (NANOTECCNOLOGIA, 2016), e “O incrível e infinitamente pequeno universo da nanotecnologia” (O INCRÍVEL, 2014). Após assistir cada um dos vídeos com os alunos, foram realizadas discussões e ao final, foi feita uma experiência simples, que consistiu na terceira etapa desta pesquisa. Nesta experiência foram tomados dois comprimidos efervescentes de igual composição e massa e colocados na água simultaneamente. Um dos comprimidos estava triturado e o outro inteiro e os alunos puderam observar que o

comprimido triturado terminou sua reação antes do inteiro. Na sequência, os alunos foram divididos em grupos de 5 ou 6 integrantes, esse foi o início da quarta etapa. Cada grupo recebeu do professor 64 cubos de madeira com aproximadamente  $1 \text{ cm}^3$  (Figura 1). Utilizou-se nesta etapa, os cubos que fazem parte do Material Dourado, que está disponível em muitas escolas.

Figura 1 - Cubos de madeira utilizados na SD.



Fonte: Os autores (2018).

Foi solicitado que com esses cubos menores fosse construído o maior cubo possível, assim o cubo construído tinha aresta medindo 4 cm. Os alunos então contaram quantas faces de  $1 \text{ cm}^2$  ficaram expostas. Em seguida o cubo foi dividido em 8 cubos menores e novamente os alunos tiveram que contar quantos quadrados ficaram expostos. O processo foi repetido outra vez, quando se atingiu o tamanho mínimo de 1 cubo e está representado na Figura 2.

Figura 2 - Processo de composição e decomposição do cubo.



Fonte: Os autores (2018).

Todos os valores obtidos durante esta etapa foram anotados em uma tabela para que pudessem ser analisados e, com base neles os alunos conseguissem chegar as conclusões esperadas. A quinta etapa foi uma discussão a respeito das atividades desenvolvidas, a experiência com o comprimido e a atividade com os blocos de madeira. Logo após esta aula foi aplicado o questionário final (QF), que constituiu a sexta e última etapa da SD onde se buscou verificar se os objetivos propostos haviam sido atingidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir foram apresentados e analisados os dados obtidos com os questionários inicial e final - QI e QF, respectivamente.

## AMPLIAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA (N&N)

No QI foram apresentadas duas questões (QI-1 e QI-2) para verificar se os alunos possuíam algum conhecimento a respeito do tema a ser abordado. Observa-se que a grande maioria dos alunos (74,50%) já ouviu os termos relacionados a N&N e que desse a internet se destaca como fonte (Tabela 1).

Tabela 1 - Local onde ouviu falar de palavras como nanociência, nanotecnologia e nanomateriais.

ALTERNATIVA	FREQUÊNCIA	%
Livros	5	8,47
Revistas	4	6,78
Jornais	14	23,73
Filmes	16	27,12
Internet	32	54,24
Jogos	14	23,73
Outros	1	1,69
Não ouviu	15	25,42

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Dos 44 alunos que responderam já ter ouvido sobre N&N, 37 não sabiam do que se tratava, apenas ouviram falar. Os outros 7 apresentaram definições equivocadas ou vagas a respeito do tema, como mostra a resposta do Aluno A: *'a nanociência eu acho que se trata de uma ciência avançada, e a nanotecnologia é uma tecnologia avançada'*. Percebe-se assim que apesar de ser um tema que aparece com frequência ainda é um assunto sobre o qual os alunos pouco ou nada sabem.

No QF houve 3 questões (QF-1, QF-2 e QF-6) com o intuito de verificar o conhecimento dos alunos a respeito de N&N e o interesse que o tema despertou. Por se tratar de uma questão aberta apareceram muitas respostas diferentes, elas foram agrupadas em quatro grupos conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Frequência de respostas da questão 1 do QF.

ITENS ANALISADOS	FREQUÊNCIA	OBSERVAÇÕES
Não respondeu	10	-
Associou com ideias equivocadas ou vagas	5	Relacionaram com ‘ter um futuro melhor’, ou ‘melhorar a tecnologia’
Responderam com ideias incompletas	9	Esses alunos escreveram definições de Ciência e Tecnologia e não de N&N
Responderam corretamente	31	Foram utilizadas bastante as palavras nanoescala e nanométrica, alguns utilizaram termos mais comuns como ‘coisas pequenas’ ou ‘coisas que não podemos ver’.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Observa-se que 15 alunos não responderam ou responderam de maneira incorreta (Tabela 2), enquanto que 40 alunos responderam de forma correta ou parcialmente correta. É importante explicar que foram consideradas corretas respostas que associavam N&N com seus objetos de estudo ou com sua escala de atuação como escreveu o Aluno B: *‘Nanociência é o estudo da matéria muito pequena. Nanotecnologia é quando usam a Nanociência em benefício da tecnologia’*.

A associação que muitos alunos fizeram entre N&N com ‘coisas muito pequenas’ era esperada. Realmente, a primeira coisa que chama atenção sobre a N&N é o fato de seu objeto de estudo ser um mundo que não somos capazes de ver. Os alunos que responderam de maneira parcialmente correta associaram Nanociência com estudo e Nanotecnologia com aplicação, o que pode ser entendido como definições de ciência e tecnologia e não de N&N.

Para 46 (83,6%) dos alunos pesquisados conhecer um pouco sobre N&N despertou seu interesse sobre o tema. Os vídeos chamaram muito atenção dos alunos, com destaque às aplicações práticas de nanomateriais, como a impermeabilização de superfícies.

As possíveis aplicações para a N&N também apareceram nos comentários dos alunos, como mostra o comentário do Aluno C: *‘Sim. A possibilidade de reaproveitar o lixo eletrônico; que vai poder ser utilizado nos hospitais contra as bactérias hospitalares tanto em lençóis de cama e nos jalecos dos profissionais, e produtos como o protetor solar que ao invés de branco vai ter uma camada transparente.’*

O fato da N&N trabalhar com materiais em uma escala muito pequena também chamou a atenção dos alunos como no comentário do Aluno D: *‘Sim, sobre o fato de um material em escala nanométrica é quase do tamanho de um átomo.’* Pode-se concluir, com base nas questões apresentadas neste item que houve uma melhora significativa no conhecimento dos alunos sobre N&N. Mais da metade dos alunos (31) possuía ao final do

trabalho uma definição correta sobre o tema e a grande maioria dos alunos (96%) associaram intuitivamente a escala nanométrica com uma representação simples.

## DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS MATEMÁTICOS DA ÁREA DE SUPERFÍCIE E VOLUME DO CUBO

No QI foram apresentadas duas questões (QI-3 e QI-4) objetivando identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre os conceitos de  $A_s$  e  $V$ , e como calculá-los em um cubo.

A grande maioria dos alunos (38, o que equivale a 64,41%) não soube responder a essa pergunta, deixando-a em branco. Dos que responderam a pergunta, 18 o fizeram de maneira incorreta, apenas 3 apresentaram uma definição correta. Observa-se que as expressões não possuem rigor matemático, mas são maneiras menos formais de explicar o que significa cada um dos conceitos. Aluno E: *‘área de superfície é a parte de fora do cubo e volume é a quantidade de centímetros cúbicos dentro’*; Aluno F: *‘a área de superfície do cubo fica por fora e o volume fica dentro’*; Aluno G: *‘área de superfície é a parte visível do cubo e o volume é a parte interior do cubo’*.

Enquanto que a questão anterior verificou se os alunos sabiam o que é área de superfície e volume, a questão QI-4 verificou se os alunos sabiam calcular seus valores corretamente. Para evitar que a resposta correta se destacasse das demais induzindo a sua escolha, todos os valores apresentados nas opções de resposta podem ser encontrados utilizando os números da figura e as operações de adição e multiplicação. O resultado mostra novamente que os alunos não tinham conhecimento sobre área de superfície e volume conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Frequência de respostas da questão 4 do QI.

OPÇÃO	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
Não sei ou não respondeu	10	16,95%
$A_s = 30\text{cm}^2$ e $V = 180\text{cm}^3$	19	32,20%
$A_s = 110\text{cm}^2$ e $V = 1000\text{cm}^3$	11	18,64%
$A_s = 600\text{cm}^2$ e $V = 1000\text{cm}^3$ (correta)	7	11,87%
$A_s = 1000\text{cm}^2$ e $V = 100\text{cm}^3$	7	11,87%
$A_s = 600\text{cm}^2$ e $V = 100\text{cm}^3$	5	8,47%

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A resposta que mais se destacou ( $A_s = 30\text{cm}^2$  e  $V = 180\text{cm}^3$ ) era a que poderia ser obtida de maneira mais simples, embora incorreta. Apenas 7 alunos responderam corretamente esta questão.

Era esperado que neste nível (9º ano) os alunos já tivessem alguns conceitos a respeito de  $A_s$  e  $V$  de sólidos simples. No entanto o resultado apresentado nas questões mostra que isso não aconteceu nas turmas pesquisadas. Ou seja, o conhecimento matemático prévio dos alunos sobre área de superfície e volume estava aquém do esperado para sua idade. As mesmas perguntas foram repetidas no QF com pequenas alterações.

Diferentemente do que aconteceu no questionário inicial, no questionário final a maioria dos alunos (58,20%) definiu corretamente o que seria  $A_s$  e  $V$ . Novamente foram consideradas corretas questões que expressavam as definições intuitivas dos conceitos solicitados. Pode-se citar os Alunos H e I. Aluno H: '*superfície é a casca, volume é o que cabe dentro*'; Aluno I: '*área de superfície é a parte que aparece; volume é o espaço que ocupa*'.

Embora os conceitos formulados não estivessem corretos do ponto de vista matemático, eram expressões plausíveis que associavam  $A_s$  e  $V$  àquilo que elas representam utilizando palavras simples. Destacando que pela pesquisa original apenas 3 alunos (5,08%) formularam respostas aceitáveis, tivemos um aumento considerável na quantidade de alunos que souberam definir  $A_s$  e  $V$ . Mais do que isso, utilizaram suas palavras e não conceitos matemáticos decorados, o que mostra que não foi uma simples memorização, e sim uma construção dos próprios alunos.

No QF ocorreu um aumento na quantidade de alunos que conseguiram calcular corretamente a  $A_s$  e o  $V$  solicitados. Dos 55 alunos que responderam o questionário final, 12 responderam corretamente, o que representa 21,82% dos alunos. Comparando com os 11,87% de acertos do questionário inicial tivemos um leve aumento.

Convém destacar aqui que, conforme o QI, as turmas no geral mostraram não possuir conhecimentos acerca do cálculo da  $A_s$  e do  $V$ . Possivelmente este foi um dos primeiros contatos dos alunos com estes conceitos e, portanto, esse avanço, embora ainda pequeno, se deu em um curto espaço de tempo. Lembrando que o intervalo entre a aplicação do QI e do QF foi de aproximadamente duas semanas. Desta maneira, acredita-se que o trabalho contribuiu para desenvolver os conceitos de  $A_s$  e  $V$  bem como seu cálculo.

## IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NO ESTUDO DAS PROPRIEDADES DOS NANOMATERIAIS

A quinta questão do QI tinha por objetivo verificar se os alunos conseguiam perceber uma relação entre a matemática e o desenvolvimento científico e tecnológico. Dos 59 alunos

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

[www.conedu.com.br](http://www.conedu.com.br)

que responderam o QI, 38 responderam que sim, ou seja, que consegue perceber uma relação entre a matemática, ciência e tecnologia. No entanto, quando solicitado que explicasse sua posição, 10 não souberam explicar. Os outros 28 justificaram associando a matemática com a física ou química, o que é bastante aceitável visto que nesta fase eles iniciaram seus estudos destas áreas na disciplina de ciências. Foi grande também a quantidade de alunos que associou sua explicação com ‘cálculos’ como na resposta do aluno J, que cita a exatidão, uma das características da matemática que mais se destaca na matemática escolar. Aluno J: *‘Os cálculos para descobrir o ponto exato’*. É comum associar a matemática com algo certo, indiscutível, que não deixa dúvidas como na resposta do Aluno K: *‘Sim, pois para grandes descobertas científicas e tecnológicas necessita a matemática para ter um resultado perfeito/ou quase’*. Nota-se, no entanto, que são respostas bastante vagas para justificar uma relação entre matemática, ciência e tecnologia. Os alunos em geral citaram a química, física e cálculos, mas não ficou claro de que maneira a matemática contribui para a ciência e tecnologia.

No QF foi colocada uma questão mais específica para destacar uma relação entre matemática, ciência e tecnologia. Nesta questão, 33 alunos responderam que sim, o que corresponde a 60% dos alunos que responderam o QF. Em relação ao QI, 64% dos alunos responderam sim não houve alterações significativas neste item. No entanto as respostas foram mais específicas comparadas às respostas dadas ao QI quanto a contribuição da matemática, conforme mostra as respostas dos alunos L, M e N: Aluno L: *‘Sim, porque não conseguiríamos chegar a um número nanométrico manualmente ou fisicamente, e através da matemática por cálculos conseguimos’*; Aluno M: *‘Sim, podemos saber o resultado sem fazer nada manualmente’*; Aluno N: *‘Sim, mais prático para não precisar de equipamentos’*. Claro que todo o trabalho feito durante as etapas anteriores da SD foram sobre N&N então era esperado que respostas envolvendo este tema fossem aparecer nesta questão. Mas os alunos perceberam que a Matemática foi importante para explicar as propriedades dos nanomateriais.

Nas respostas do QF os alunos mostraram que sabiam pelo menos uma aplicação bem específica do conhecimento matemático. Pode-se dizer que antes os alunos sabiam da importância da Matemática pelo que tinham ouvido falar de terceiros, agora eles sabiam desta importância porque viram o conhecimento matemático cumprir seu papel.

## IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS VANTAGENS DO TRABALHO COM CONCEITOS MATEMÁTICOS EM UM CONTEXTO INTERDISCIPLINAR

Para verificar este objetivo foram colocadas 2 questões no QF (QF-2 e QF-7). No QI não houve questões a respeito deste objetivo.

A metodologia de trabalho foi bem aceita entre os alunos, onde 90% dos alunos deram nota 4 ou 5, sendo 5 a nota máxima.

Dos 55 alunos pesquisados, 48 responderam que sim, utilizar a N&N deixou as aulas mais atrativas. Entre as justificativas apontadas pelos alunos, pode-se destacar que Aluno O: *‘Deixou, porque é importante sabermos como o mundo está evoluindo’*; Aluno P: *‘Sim, porque são termos novos e diferentes que para mim me chamou muito a atenção’*; Aluno Q: *‘Sim, por que eu aprendi mais eu entendi melhor do que a maneira tradicional’*.

O tema N&N foi o motivo mais citado pelos alunos como diferencial que tornou as aulas mais atrativas. A metodologia utilizada, com vídeos, experiências, e o fato de os alunos poderem expressar suas opiniões sobre o tema também apareceu em algumas justificativas.

Pelos resultados obtidos nas questões apresentadas, pode-se concluir que utilizar a N&N para abordar conceitos matemáticos de As e V deixou as aulas mais interessantes e atrativas para os alunos. A abordagem empregada também foi um ponto importante e contribuiu para atrair a participação dos alunos durante as aulas.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os objetivos deste trabalho foram concluídos. Apesar de ser um tema bastante atual e de toda a facilidade que os alunos possuem para acessar informações sobre o tema, seu conhecimento inicial a respeito de N&N ainda era bastante superficial. Através da aplicação da SD os alunos tiveram um maior contato com o tema. Além disso, os dados mostram um aumento notável no conhecimento dos alunos a respeito de N&N.

A participação e interesse demonstrados durante a aplicação da SD juntamente com as respostas apresentadas nos questionários mostram que apresentar o tema N&N da maneira que foi feito na SD, fomentou o interesse dos alunos em aprender mais sobre o assunto.

A percepção dos alunos sobre a aplicação dos conceitos matemáticos também foi influenciada pelo trabalho. Inicialmente os alunos diziam saber que existia uma relação entre ciência e matemática, mas não era uma relação clara. Após a aplicação da SD, os alunos

conseguiram mostrar pelo menos uma relação clara entre a Matemática e a ciência que foi a utilizada para explicar as propriedades diferenciadas dos nanomateriais.

A escolha do tema e a forma como este esteve estruturado foi um diferencial do trabalho, pois segundo os próprios alunos, as aulas foram mais atrativas do que a metodologia tradicional. Isso contribuiu para um ambiente favorável à aprendizagem, bem como a tornou mais prazerosa.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2016.

ELLWANGER, A. L.; et al. O Ensino de nanociência por meio de objetos de aprendizagem. **RENOTE - Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, p. 1–10, 2012.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora de UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

NANOTECNOLOGIA. Criação, Direção e Produção executiva: Alexandre Ottoni, Deive Pazos; apresentação e Roteiro: Átila Iamarino; Edição e arte: Estúdio 42. [S.l.]: Amazing Pixel, 2017. 1 Vídeo do YouTube, son. color. (8 min e 15s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aihmaB2Xgxo&t=89s>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

NANOTECNOLOGIA: tudo sobre. Publicado por Avançadamente. 2016. 1 Vídeo do YouTube, son. color. (6 min e 23s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GtBVnlhHheg&t=13s>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

O INCRÍVEL e infinitamente pequeno universo da nanotecnologia. Direção: Rafael Figueiredo; Roteiro: Marco Borges; Apresentador: Luiz Fábio Guará. [s.l.]: Coopas, 2014. 1 Vídeo do YouTube, son. color. (16 min e 47 s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/WATCH?V=EVRJ9RVV03K&T=60S>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

SILVA, E. Z. da. Nanociência : a próxima grande idéia ? **Revista USP**, n. 76, p. 78–87, 2008.