

**NANOTECNOLOGIA: SIMULAÇÃO DE SUPERFÍCIES  
HIDROFÓBICAS POR MEIO DE MATERIAIS  
ALTERNATIVOS**

**NANOTECHNOLOGY: SIMULATION OF HYDROFOVIC  
SURFACES BY ALTERNATIVE MATERIALS**

Autores:

**<sup>1</sup>Flávio José de Abreu Moura**

Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco – *Campus* - Vitória,

**<sup>2</sup>Palloma Joyce de Aguiar Silva**

Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco – *Campus*– Vitória,

[palloma\\_joyce\\_aguiar@hotmail.com](mailto:palloma_joyce_aguiar@hotmail.com)

**<sup>3</sup>Eduardo Fragoso dos Santos Silva**

Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco – *Campus*– Vitória,

[eduardofragoso06@gmail.com](mailto:eduardofragoso06@gmail.com)

**<sup>4</sup>Fernando Cleyton Henrique de Mendonça Silva**

Mestrando em Educação de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste, [silva.fchm@gmail.com](mailto:silva.fchm@gmail.com)

**<sup>5</sup>Etelino José Monteiro Vera Cruz Feijó de Melo**

Doutor em Química, IFPE-campus Vitória de santo antão, [etelino.melo@vitoria.ifpe.edu.br](mailto:etelino.melo@vitoria.ifpe.edu.br)

Contato do autor principal:

[flavio.jose33@hotmail.com](mailto:flavio.jose33@hotmail.com)

## NANOTECNOLOGIA: SIMULAÇÃO DE SUPERFÍCIES HIDROFÓBICAS POR MEIO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS

### NANOTECHNOLOGY: SIMULATION OF HYDROFOVIC SURFACES BY ALTERNATIVE MATERIALS

<sup>1</sup>Flávio José de Abreu Moura; <sup>2</sup>Palloma Joyce de Aguiar Silva; <sup>3</sup>Eduardo Fragôso dos Santos Silva; <sup>4</sup>Fernando Cleyton Henrique de Mendonça Silva; <sup>5</sup>Etelino José Monteiro Vera Cruz Feijó de Melo

#### RESUMO

As superfícies hidrofóbicas têm despertado um grande interesse em variadas áreas devido à sua importância e a suas potenciais aplicações industriais. As moléculas hidrofóbicas normalmente são apolares, portanto não há atração entre as moléculas de água que são polares. Esses materiais que não possuem uma boa interação com a água já são comercializados mundialmente: camisas que não ficam sujas, sapatos que não permitem a passagem de líquidos, vidros de carros que facilitam o deslize da água tendo uma melhor visualização em dias chuvosos e até mesmo na medicina com microdispositivos que atacam exatamente o local desejado. A molhabilidade da superfície de um material é uma propriedade que está presente também no cotidiano, e muitas vezes não são facilmente visualizadas, estando presente em diversas plantas, penas das aves e até mesmo nas asas de alguns insetos. Dessa forma considera-se que a Nanotecnologia está presente no cotidiano da população e é indispensável que esse assunto seja levado para as aulas de Química do ensino médio. De acordo com alguns estudos compete ao ensino médio o papel essencial na formação do cidadão através de temas relevantes e atuais como a Nanociência e a Nanotecnologia, além de outros de forte relação com aspectos sociais e ambientais. Por esse motivo apresentamos esse trabalho, no qual mostramos alguns materiais que podem ser utilizados para simular algumas práticas Nanotecnológicas voltadas para o ensino. A pesquisa foi realizada com professores do curso de Licenciatura em Química e integrantes do GT de experimentação do PDVL. Foi possível observar que os materiais realmente simulam superfícies hidrofóbicas e são de fácil acesso podendo ser utilizados por professores como ferramenta auxiliadora no ensino de Química.

**Palavras-Chave:** Materiais Hidrofóbicos, Nanotecnologia, Ensino Médio, Ensino de Química.

#### ABSTRACT

Hydrophobic surfaces have aroused a great deal of interest in various areas because of their importance and potential industrial applications. Hydrophobic molecules are usually nonpolar, so there is no attraction between water molecules that are polar. These materials that do not have a good interaction with the water are already sold worldwide: shirts that do not get dirty, shoes that do not allow the passage of liquids, glasses of cars that facilitate the water slide having a better visualization on rainy days and even in medicine with microdevices that attack exactly the desired location. The wettability of the surface of a material is a property that is also present in everyday life, and is often not easily visualized, being present in several plants, bird feathers and even the wings of some insects. In this way it is considered that Nanotechnology is present in the daily life of the population and it is indispensable that this subject be taken to the classes of Chemistry of high school. According to some studies, it is the responsibility of secondary education to play an essential role in the formation of the citizen through relevant and current topics such as Nanoscience and Nanotechnology, as well as others with a strong relationship with social and environmental aspects. For this reason we present this work, in which we show some materials that can be used to simulate some nanotechnology practices focused on teaching. The research was carried out with professors of the Licentiate course in Chemistry and members of the PDVL experimentation GT. It was possible to observe that the materials actually simulate hydrophobic surfaces and are easily accessible and can be used by teachers as a help tool in the teaching of Chemistry

**Keywords:** Hydrophobic Materials, Nanotechnology, High School, Chemistry Teaching

#### INTRODUÇÃO

A Nanotecnologia é considerada a tecnologia do século, tendo investimento de milhões

de reais em todo o mundo. Com essa tecnologia é possível melhorar e criar novos materiais, podendo ser entendida como uma tecnologia de manipulação da matéria em escalas nanométricas. Com isso abre uma “nova” fronteira de utilização dos diversos tipos de matérias, pois tendo em vista que suas propriedades podem ser obtidas com base nas suas dimensões, um mesmo material pode ter as mais diversas possibilidades de aplicação, não antes pensada.

A manipulação de materiais nanométricos tem avançado em seus estudos nos últimos anos devido sua vasta aplicabilidade podendo ser encontrada embutida em cosméticos, displays, bolas de tênis, tinturas de para-choques de automóveis, tratamento de superfícies e até mesmo nos preservativos. Ressalta-se que esses materiais apresentam propriedades em diversas áreas do conhecimento, como a medicina, os fotovoltaicos, entre outros.

Segundo Zanella et al. (2009), a nanotecnologia promete revolucionar a forma como vivemos, nos comunicamos e trabalhamos. Devido ao avanço descontrolado da tecnologia, é de extrema importância que as instituições de ensino básico abordem a nanotecnologia em suas atividades escolares, visto que seus alunos estão a caminho do mercado de trabalho e a probabilidade dos mesmos se depararem com a N & N (Nanociência e Nanotecnologia) tem se tornado cada vez mais crescente.

Além disso, esse assunto tem sido abordado como tema em concursos, tal como o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, o qual seleciona os alunos do ensino médio para ingressar no ensino superior. Nesse sentido, os conteúdos que envolvem a nanotecnologia podem ser facilmente abordados como proposta interdisciplinar e complementar pelos professores de Química do ensino médio.

Assim, salientamos que a inserção de temáticas atuais no ensino de ciências, de forma que os alunos percebam as modificações e avanços científicos recentes, é de fundamental importância, para que esse amadurecimento possa ocorrer gradativamente a partir da apreensão de saberes e conhecimentos já consolidados e os que se encontram em desenvolvimento.

No que tange os conteúdos tradicionalmente abordados no ensino médio, já não são suficientes para responder os questionamentos trazidas pelos alunos, uma vez que eles têm acesso direto a internet e aparelhos tecnologicamente avançados se deparando constantemente com questões intrigantes, que poderiam potencializar o interesse pela Ciência. Entretanto, os professores não levam em consideração esses supostos questionamentos que podem ser feitos pelos alunos, que, limitados aos conceitos tradicionais, não chegam aos tópicos contemporâneos.

De acordo com os parâmetros curriculares do Ensino Médio (PCN) os alunos devem ser apresentados a conteúdos que promovam competências e habilidades necessárias para

“entender o impacto das tecnologias associadas às ciências naturais na sua vida, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social” (Brasil, 2000, p. 105), assim como a nanotecnologia. Dessa forma teremos alunos capazes de argumentar acerca dos avanços científicos e tecnológicos na sociedade contemporânea.

Uma das formas de apresentar a nanotecnologia no ensino médio é através de práticas experimentais relacionadas ao cotidiano, onde os alunos encontraram sentido no que estão aprendendo de forma descontraída e prazerosa. Com a utilização da experimentação no ensino de Química há uma maior possibilidade de aprendizado, pois abrange uma nova perspectiva de ensino, dando a possibilidade do aluno se questionar, pensar, criar e ser construtor do próprio conhecimento. Quando essa experimentação é trabalhada de forma contextualizada o aluno compreende diversos fatores que os rodeiam, nunca observados antes.

Os experimentos podem ser abordados de diversas formas em sala de aula sendo uma delas a partir das Sequências de Ensino Investigativas Carvalho (2013). A mesma possibilita que os estudantes, através do processo de resolução de problemas, pensem e reflitam acerca do conteúdo que está sendo abordado, pois, eles precisam desenvolver hipóteses que possam responder os questionamentos propostos apresentados pelos problemas.

A autora supracitada revela que os problemas experimentais não precisam necessariamente ser realizados pelos estudantes, devido à periculosidade que alguns podem apresentar, dessa forma cabe ao professor executá-los, são as chamadas Demonstrações Investigativas. Nesse tipo de problema são feitas perguntas a eles em relação a resolução do problema, antes da manipulação da aparelhagem para realização do experimento pelo professor. São feitas perguntas sobre “Como vocês acham que eu devo fazer?”, “O que pode acontecer se eu realizar determinada ação?”, dando, assim, tempo aos estudantes de refletirem e levantarem as suas hipóteses e soluções que poderão ser realizadas pelo professor. Quando o experimento permite que os próprios estudantes realizem, o professor deve agir da mesma forma em relação aos questionamentos, porém os próprios estudantes podem testar suas hipóteses e executar os experimentos.

Um grande exemplo bastante conhecido da nanotecnologia são as superfícies hidrofóbicas que podem ser encontradas na natureza em algumas penas de aves e nas folhas da flor de lotus. De acordo com Ferreira (2013) essa tecnologia possui diversas aplicações cotidianas, por exemplo: tintas e vidros com a capacidade de autolimpeza, possibilitando a construção de edifícios capazes de se manterem sempre limpos, em para-brisas de automóveis permitindo que estes se mantenham constantemente secos e limpos e também é possível ter toalhas de mesa autolimpantes que podem representar uma economia significativa a nível da

restauração.

Diante de tal importância, o Programa Internacional Despertando Vocações para Licenciaturas - PDVL possui vários Grupos de Trabalhos (GT) um deles é o GT de Experimentação. Dentre várias as ações do grupo de experimentações está a área de Nanotecnologia. Onde os integrantes buscam apresentar o tema da melhor forma possível, utilizando de situações cotidianas. Mas é preciso saber o que pensam os professores que ministram Química no Ensino Médio. Afinal, o tema de nanotecnologia já está presente até no ENEM. Surge então uma preocupação, segundo (VIANA, 2014) os professores que ministram a disciplina de Química no Ensino Médio, em sua maioria, não têm formação na área, dificultando ainda mais a inserção de temas como estes.

Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi analisar as condições necessárias de ordem estrutural e conceitual para a construção de materiais alternativos que possibilitem práticas experimentais envolvendo a nanotecnologia a partir da simulação de uma de suas aplicações que é as superfícies hidrofóbicas. Essas simulações podem ser utilizadas tanto em salas de aula quanto em laboratórios de Química, visando auxiliar professores e alunos na apresentação da nanotecnologia de forma contextualizada no ensino médio.

Para o desenvolvimento das atividades utilizamos como recursos didáticos, uma apresentação em *powerpoint* para apresentação do problema contextualizado onde o mesmo tratava de uma situação corriqueira vivenciadas pelos alunos. Para a realização da explanação do conteúdo utilizamos novamente uma apresentação em *powerpoint* e quadro branco. Também foi realizado práticas experimentais a fim de mostrar na prática os efeitos de uma superfície hidrofóbica e um dos experimentos utilizado simulava exatamente o que o problema estava tratando.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Segundo Zanella et al. (2009), a nanotecnologia promete revolucionar a forma como o ser humano vive, se comunica e trabalha. A tecnologia nano já é um negócio de bilhões de dólares (Bushan, 2004) que atrai novos investimentos a cada dia em todo o planeta, devido ao seu enorme potencial de aplicação nos mais variados setores industriais e ao impacto que seus resultados podem dar ao desenvolvimento tecnológico e econômico. Nanotecnologia é a habilidade de manipular átomos e moléculas individualmente para produzir materiais nanoestruturados e micro-objetos com aplicações no mundo real (Miller, 2005). Essas aplicações podem ser encontradas em diversas áreas de conhecimento como ambiental,

engenharias e medicina.

A Nanotecnologia faz uso dessas possibilidades e gera produtos utilizáveis e funcionais. Alguns desses produtos já eram desenvolvidos mesmo antes da adoção formal do termo Nanociência, de forma mais rústica, como os vitrais coloridos em igrejas medievais, os quais eram obtidos utilizando partículas de ouro e outros minerais, em tamanhos diferenciados, incluindo a escala nano, para apresentar cores diferentes quando misturados com o vidro. Atualmente esses e muitos outros produtos são sintetizados em laboratórios, o que permite suas aplicações em larga escala (SCHULZ, 2006).

Uma das aplicações da nanotecnologia é a aquisição de superfícies hidrofóbicas através diferentes técnicas. Essa técnica pode ser entendida como:

“Um revestimento hidrofóbico caracterizado por repelir a água quando em interação com algum material sólido. Para um revestimento ser considerado hidrofóbico é necessário que o ângulo de contato formado entre a superfície revestida e uma gota de água seja maior ou igual a  $90^\circ$ , enquanto que uma superfície superhidrofóbica apresenta um ângulo de contato (CA) maior ou igual a  $150^\circ$ ” (SACILOTTO, 2016, p. 201)

Muitas vezes essa as superfícies hidrofóbicas se dão por superfícies rugosas, que impedem as gotículas de água entrarem em contato por completo com o material. Na natureza podemos encontrar essas propriedades presentes nas folhas de lótus, folhas de arroz, asas de borboleta, olhos de mosquito, asas de cigarra, pétalas de rosas vermelhas, patas de lagartixa, besouros do deserto, teias de aranha e escamas de peixe(VIECHINESKI, 2015).

As superfícies hidrofóbicas são conhecidas pelas suas características autolimpantes. “Nessas superfícies, quando inclinadas, uma gota de água não irá escorrer, mas sim rolar, levando consigo as impurezas adsorvidas na superfície.” (OLIVEIRA, 2011). Essas superfícies são caracterizadas por baixa energia superficial conjugada com alta rugosidade. A avaliação da hidrofobicidade através da medida de forças superficiais é uma técnica para quantificar a "afinidade superficial" com a água (KARBOWIAK, et al., 2006).

Segundo (SILVA, 2010) “nas superfícies super-hidrofóbicas ocorrem algumas restrições às reações químicas com moléculas de água [...]. Fenômenos diversos tais como a aderência, a oxidação e a condução de corrente, a aderência e a oxidação são inibidas por estas superfícies.”

Devido a esse grande avanço, é importante que as instituições de ensino fundamental e médio abordem a nanotecnologia em suas atividades escolares, visto que a probabilidade de os mesmos se inserirem no mercado de trabalho e lidarem com a N & N (Nanotecnologia e Nanociência) tem se tornado cada vez mais crescente.

Segundo os parâmetros curriculares do Ensino Médio (PCN – 2018) os alunos devem ser apresentados a conteúdos que sejam capazes de promover competências e habilidades necessárias para “entender o impacto das tecnologias associadas às ciências naturais na sua vida, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social” (Brasil, 2000, p. 105), assim como a nanotecnologia.

As orientações curriculares para as áreas de ciências da natureza do Ministério da Educação (PCNs, 2008), apontam que:

(...) A crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais, por exemplo, que, como consequência, estabelece um ciclo permanente de mudanças, provocando rupturas rápidas, precisa ser considerada. Comparados com as mudanças significativas observadas nos séculos passados – como a máquina a vapor ou o motor a explosão –, cuja difusão se dava de modo lento e por um longo período de tempo, os avanços do conhecimento que se observam neste século criam possibilidades de intervenção em áreas inexploradas (...) (PCNs, 2008).

Roco (2003), afirma que os conceitos em escala atômica, molecular e níveis supramoleculares devem ser inseridos no sistema educacional da atualidade, pois dentre os principais desafios para o desenvolvimento da nanotecnologia encontra-se a educação e formação de uma nova geração de trabalhadores qualificados na perspectiva multidisciplinar.

Há necessidade de alfabetizar cientificamente nossos estudantes, para que estes compreendam o mundo tecnológico que os cercam, possibilitando entender o funcionamento de alguns equipamentos que fazem parte do seu dia a dia. Porém, muitas vezes os alunos não possuem informações suficientes para tal entendimento (HEALY, 2009), o que pode ser atenuado com a organização de materiais didáticos atualizados, inclusive entre eles os que se referem às Nanociências.

Precisamos de conteúdos relacionados às Nanociências que sejam diferenciados e de fácil entendimento aos usuários, que expliquem minimamente estas novas aplicações. As perspectivas para o futuro, nesta área, são as mais diversas, como a possibilidade de aumento da memória e velocidade dos computadores, cabos feitos de nano tubos e nano fios de carbono, novos materiais inteligentes, construção de nano máquinas, as quais poderão inserir medicamentos no corpo humano e em locais específicos (BARONE, 2005).

## **METODOLOGIA**

### ***Caracterização da pesquisa***

O objetivo do presente trabalho foi analisar as condições necessárias de ordem estrutural e conceitual para a construção de materiais alternativos que possibilitem práticas experimentais

envolvendo a nanotecnologia a partir da simulação de uma de suas aplicações que é as superfícies hidrofóbicas. A pesquisa foi de natureza qualitativa, pois preocupou-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, com foco na observação, compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Se deu a partir de uma análise de ordem estrutural e conceitual das condições necessárias para a construção de materiais alternativos que pudessem ser utilizados por professores em aulas experimentais de química.

### ***Campo e participantes da pesquisa***

O campo de pesquisa foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – *campus* Vitória de Santo Antão e o Programa Internacional Despertando Vocações para Licenciaturas (PDVL), no ano de 2018. Os sujeitos foram oito (08) professores da Licenciatura em Química que também possuíam experiência com o nível médio e os alunos que integravam o Grupo de Trabalho (GT) de experimentação do PDVL Química do IFPE – *campus* Vitória de Santo Antão.

### ***Procedimentos metodológicos***

Inicialmente foram analisados os planos de ação do PDVL com relação às práticas experimentais visando entender como era feito o planejamento e identificar o público a quem eram direcionadas as atividades. Em seguida foram realizadas entrevistas semiestruturadas com professores do curso de Licenciatura em Química e os licenciandos em Química participantes do GT de Experimentação, foram utilizadas as seguintes questões: **P1**: “Você acha importante falar sobre Nanotecnologia no ensino médio?”, **P2**: “Você acha que é possível realizar praticas experimentais no ensino médio que de fato utilize manipulação atômica?”, **P3**: “Quais materiais podem ser utilizados para representar materiais hidrofóbicos?”

Também foram realizados observações, registros e análise da construção de materiais para práticas experimentais em nanotecnologia. As análises de ordem estrutural foram feitas com a ajuda de alguns professores do Instituto Federal de Pernambuco – *campus* Vitória de Santo Antão e através de pesquisas em artigos e revistas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

- **ANÁLISE DOS PLANOS DE AÇÃO DO PDVL EM RELAÇÃO ÀS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS:**

Para iniciarmos nossa pesquisa, foi de suma importância analisarmos os documentos orientadores do PDVL, afinal, foram pesquisas realizadas com integrantes deste Programa. Assim, observamos que o PDVL é um programa que iniciou seu planejamento no dia 19 de



novembro de 2013 e suas ações em 01 de fevereiro de 2014. Hoje, o Programa conta com um número maior de instituições parceiras nacionais: IFPE (Instituto Federal de Pernambuco), IFPB (Instituto Federal da Paraíba), IFAL (Instituto Federal de Alagoas), IFRO (Instituto Federal de Rondônia), IF-SE PE (Instituto Federal do Sertão Pernambucano), IFPI (Instituto Federal do Piauí), FACHUSC (Faculdade de Ciências Humanas – Salgueiro). O programa também conta com as seguintes instituições parceiras internacionais: UM (Universidad de Mendoza - Argentina), UNLP (Universidad Nacional de La Plata - Argentina), UTN (Universidad Tecnológica Nacional de Mendoza – Argentina), UPLA (Universidad de Playa Ancha - Chile), MEDUCA (Ministério da Educação - Panamá). Onde se divide nas seguintes áreas: Química, Física, Matemática, Geografia, Biologia, História, Letras, Computação.

Todas as ações do PDVL do IFPE – campus Vitória são na área de Química, os bolsistas e voluntários são licenciandos da área e as ações são desenvolvidas a partir de GT's (Grupos de Trabalhos), a saber: GT de Jogos Didáticos, GT de Experimentação, GT de Avaliação–Resolução de Problemas, GT de Softwares Educativos, GT de Tecnologias Educacionais, Laboratório de Avaliação, que agrega todos os GT's, como espaço de testagem e validação das ações antes de ir para as escolas. Cada GT conta com um ou mais coordenadores, os quais, possuem o papel de mediar e auxiliar os estudantes na realização das intervenções, por meio de discussões pertinentes a cada GT. Ressaltamos que além das ações nas escolas ainda são realizadas as Visitas Guiadas, onde são trazidos estudantes das escolas parceiras para visitarem o IFPE para conhecerem a estrutura, o curso de Licenciatura em Química e participarem de atividades desenvolvidas por cada GT, e além disso, também contam com as ações online, a partir do oferecimento de cursos de extensão e/ou formação por meio da plataforma pdvlearning, direcionados para licenciandos e professores de qualquer instituição.

Com relação ao GT de Experimentação, observamos que os extensionistas se reúnem para planejamento das ações semanalmente com encontros de duração de 3 horas. Nesses encontros ocorrem estudos sobre abordagens experimentais, conteúdos específicos da química e discussões e planejamentos das ações a serem desenvolvidas nas escolas. Todos os assuntos abordados nos experimentos presentes nas intervenções são baseados no levantamento inicial que fazem nas escolas parceiras do programa, visando auxiliar as possíveis dificuldades encontradas pelos estudantes na disciplina de Química e incentivar a carreira docente.

Assim, no início de cada ano, os extensionistas realizam um diagnóstico, através de um questionário com perguntas fechadas, sobre a carreira docente em química e as principais

dificuldades na disciplina. Entre as perguntas, são elencados assuntos para que os estudantes do Ensino Médio possam identificar aqueles que têm mais dificuldade de aprendizagem e partir desses resultados são planejadas as ações em cada GT.

**• Entrevista com professores do Ensino Superior e com os Licenciandos participantes do GT de Experimentação do PDVL**

A análise dos resultados obtidos na **P1** da entrevista proporcionou evidenciar que 100% dos licenciandos e os professores consideram importante falar sobre nanotecnologia no ensino médio. Eles alegaram que “...trazer essa realidade para os alunos logo cedo é uma boa forma de mostrar o impacto da tecnologia no dia-a-dia...”, “pois existem várias tecnologias no nosso cotidiano que utiliza da nanotecnologia como ferramenta de progresso” como “...por exemplo: cosméticos, televisões, tratamento de câncer e outros.” Mesmo aquelas que nunca trabalharam nada relacionado a nanotecnologia em turmas do ensino médio alegaram ser importante falar sobre o assunto.

Quando os entrevistados foram questionados se era possível realizar práticas de manipulação atômica no ensino médio **P2**, 82% afirmaram que não era possível porque era necessário equipamentos muito sofisticados e era inviável trazê-los para uma sala de aula no ensino médio. Alegaram também, que tais práticas exigiam muito conhecimento e estudo para que pudessem ser realizadas.

Em seguida perguntamos alguns materiais que poderiam ser utilizados para simular algumas superfícies hidrofóbicas já que a utilização dos equipamentos adequados era inviável. Os professores e alunos deram algumas sugestões e todas elas se resumem a materiais que sejam apolares visto que a água possui polaridade, logo, eles irão se repelir.

**• Análise para a construção de materiais para praticas experimentais em nanotecnologia no ensino médio**

Após pesquisar bastante e conversar com professores de Química observamos que o melhor a se fazer seria utilizar experimentos representativos, que simulassem algumas práticas nanotecnológicas (visto que as manipulações necessitam de equipamentos específicos). Dessa forma separamos alguns experimentos de baixo custo que simulam os resultados propostos por materiais hidrofóbicos, podendo ser realizados pelos professores e estudantes:

<b>Tinta Cristalina com desodorante aerossol</b>	Primeiro coloca a tinta sobre a superfície do vidro e logo em seguida pressiona o aerossol por cima da camada de tinta. Um composto presente no
--	---

	aerossol proporciona que o vidro fique super hidrofóbico, impedindo que a água tenha uma grande superfície de contato.
<b>Raspa de vela</b>	Esse experimento é bem conhecido, consiste em raspar vela em tecidos, como se estivesse pintando. A vela é composta por parafina (Hidrocarbonetos), todo hidrocarboneto não possui polaridade, e como a água é polar eles não se misturam dando um aspecto hidrofóbico.
<b>Fuligem</b>	Utilizando uma vela ou qualquer outra fonte de chama, podemos adquirir a fuligem. A fuligem ocorre quando não há uma combustão completa, formando uma superfície escura característica. Esse material possui uma superfície rugosa diminuindo a superfície de contato das gotas de água, tornando um material hidrofóbico.
<b>Folhas da flor de lótus</b>	As folhas da flor de lótus são inspirações para pesquisas acerca de materiais hidrofóbicos, é um ótimo exemplo presente na natureza. Suas folhas são formadas por uma rugosidade que diminui a superfície de contato das gotas de água. Essa rugosidade permite que suas folhas se mantenham sempre limpas.

**Quadro 1:** experimentos que simulam materiais hidrofóbicos.

Os materiais necessários para a realização de boa parte dos experimentos são encontrados facilmente, possibilitando que sejam utilizados pelos professores. Alguns podem ser realizados em casa pelos próprios alunos, por não apresentarem risco como o da tinta cristalina com desodorante aerossol e a raspa de vela. Não é aconselhável que os mesmos tentem reproduzir o experimento da fuligem por se tratar de material inflamável, podendo acarretar em queimaduras. O mais complicado de ser realizado seria o da flor de lótus por serem encontradas em lagoas de água doce, porém, algumas outras folhas de plantas poderiam apresentar efeitos bem parecidos.

## CONCLUSÕES

Diante de tudo isso observamos que o PDVL é um programa grandioso, que tem uma abrangência ampla na América Latina e que muitos parceiros desenvolvem as ações tanto no Brasil, quanto em outros países. Essas ações são voltadas para despertar o interesse dos alunos do ensino médio para a carreira docente (Licenciaturas). Utilizasse de metodologias capazes de atrair a tenção dos alunos, como os Jogos didáticos e Experimentação, mostrando que o

aprendizado pode acontecer de forma lúdica e prazerosa, deixando de lado a ideia do tradicionalismo. O programa também tenta trazer ideias relevantes e contemporâneas relacionando o conteúdo aprendido em sala, com o cotidiano dos alunos. Dessa forma os alunos encontram sentido ao que está sendo abordado e concomitantemente começa a mostrar interesse pela disciplina de química, considerada por muitos como de difícil compreensão.

Após analisado as concepções de alunos e professores do IFPE - *campus* Vitória de Santo Antão a respeito da Nanotecnologia foi perceptível que há uma carência muito grande na inserção pertinente e relevante do assunto. A grande maioria alegou que o conteúdo não é abordado no ensino médio e muitas vezes nem no ensino superior devido à falta de interesse de alguns professores ou por se tratar de um assunto relativamente novo e os mesmos não possuem conhecimentos suficientes para ministrar uma aula.

Como os alunos entrevistados são de diferentes cidades abrangendo boa parte do estado pernambucano, é perceptível que esse não seja um problema situado apenas em Vitória de Santo Antão. Como os próprios alunos alegaram, os professores estão cada vez mais preocupados em simplesmente repassar o conteúdo programático deixando de lado todos esses contextos que poderiam facilitar o entendimento dos alunos.

Esses estudos proporcionam que os estudantes tenham um conhecimento abrangente dos avanços tecnológicos e científicos aproximando cada vez mais da realidade do dia-a-dia. Muitas vezes a Química é vista como uma disciplina meramente de cálculos, e assuntos como estes são de suma importância para quebrar o paradigma que a química é de difícil compreensão e chata para boa parte dos alunos. Essa contextualização, muitas vezes, pode ser um problema para professores do ensino médio devido à pouca carga horária da disciplina de Química. Já que a contextualização exige um pouco de tempo e preparação do profissional.

Também concluímos que os materiais citados são de fácil acesso e pode ser utilizado facilmente pelos professores de química. Esses instrumentos aqui citados devem ser utilizados para simular resultados que superfícies hidrofóbicas e super-hidrofóbicas nos trazem, como por exemplo camisas que não se sujam, sapatos impermeáveis, vidros de carros que tem baixa molhabilidade entre outros.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**. 2000. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14\\_24.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf)> Acesso em: 15 abr. 2014

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica**. 2013. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12663&Itemid=1152](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12663&Itemid=1152)> Acesso em: 15 abr. 2014.

BARONE, P. W. et al. Near-infrared optical sensors based on single-walled carbon nanotubes. **Nature Materials**, v. 4, p. 86-92, 2005.

BUSHAN, B. (Editor), "**Springer Handbook of Nanotechnology**", First Edition, New York, Springer Verlag, 2004.

CARVALHO, A. M; P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativo. In:\_\_\_\_\_. (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 06 – 26.

ENEM. Caderno de Provas. Disponível em: <http://www.enem2015.net.br/download-dos-cadernos-deprovas-do-enem-2015.html>. 2015. Acesso em 27 de novembro de 2018.

FERREIRA, L. M. V. **Revestimentos Hidrofóbicos**. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade nova de Lisboa, Lisboa, 2013.

HEALY, N. Why Nano Education? **Journal of Nano Education**, v.1, p. 6-7, 2009.

KARBOWAIK, T., DEBAUFORT, F., CHAMPION, D., VOILLEY, A., 2006, J. Coll. Interf,Sci. v. 294, pp. 400.

MILLER, JOHN C., SERRATO, R., KUNDAHL, G., "**The Handbook of Nanotechnology: Business, Policy and Intellectual Property Law**", First Edition, New Jersey, Wiley, 2005.

OLIVEIRA, M.R.S. **Superfícies super-hidrofóbicas obtidas através de microestruturas litográficas**. 2011. 106. Tese Doutorado Engenharia Elétrica - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011

PCNs, Orientações Curriculares para o Ensino Médio. MEC. Disponível em <http://www.mec.gov.br/s eb>, 2008.

ROCO, M.C. **Converging science and technology at the nanoscale: opportunities for education and training**. Focus on nanobiotechnology careers and recruitment. *Nature Biotechnology*, v. 21, n. 10, oct., 2003. Disponível em: <http://www.nature.com/nbt/journal/v21/n10/pdf/nbt1003-1247.pdf>. Acesso em: 08/04/2014.

SACILOTTO, Daiana Guerra; FERREIRA, Jane Zoppas. Influência da modificação superficial sobre a resistência à corrosão do aço inoxidável AISI 204 com revestimento hidrofóbico. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, v. 13, n. 2, p. 201, 2016.

SCHULZ, P. A. B. O que é Nanociência e para que serve a Nanotecnologia?. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, p. 58-62, 2006.

SILVA, MLVJ. Tecnologia para produção de superfícies hidrofóbicas em filmes de amido de milho termoplástico por plasma. **Universidade Federal do Rio de Janeiro: Escola**

**Politécnica, Rio de Janeiro, 2010.**

VIECHINESKI, Flávia Nocêra. **Preparação e caracterização de filme transparente polimérico hidrofóbico para aplicação em superfícies de vidro.** 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ZANELLA, I. et al. **Abordagens em nanociência e nanotecnologia para o ensino médio.** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 1-9, 2009.

**Submetido em: 15.11.2018**

**Aceito em: 13.12.2018**

**Publicado em: 30.04.2019**