



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO — UFRPE
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA — UAST
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



JOSÉ LUCENA NUNES DA SILVA

**WEBQNANO: ESTRATÉGIA DE PROMOÇÃO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO
NUM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

SERRA TALHADA — PE
2019

JOSÉ LUCENA NUNES DA SILVA

**WEBQNANO: ESTRATÉGIA DE PROMOÇÃO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO
NUM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Química da Unidade Acadêmica de Serra Talhada/ Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Suely C. da Câmara
Orientador: Prof. Me. Hemerson H. F. do Nascimento

SERRA TALHADA — PE
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586w Silva, José Lucena Nunes da
WEBQNANO: ESTRATÉGIA DE PROMOÇÃO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NUM CURSO DE
FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA / José Lucena Nunes da Silva. - 2019.
65 f. : il.

Orientadora: Maria Suely Costa da C Câmara.
Coorientador: Hemerson Henrique Ferreira do Nascimento.
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Química, Serra Talhada, 2019.

1. WebQuest. 2. ensino por investigação. 3. nanociência. 4. nanotecnologia. I. Câmara, Maria Suely
Costa da C, orient. II. Nascimento, Hemerson Henrique Ferreira do, coorient. III. Título

CDD 540

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO — UFRPE
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA — UAST
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JOSÉ LUCENA NUNES DA SILVA

**WEBQNAO: ESTRATÉGIA DE PROMOÇÃO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO
NUM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, para obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovada em: 06 / 12 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Suely Costa da Câmara
Orientadora — UAST/UFRPE

Prof. Me. Hemerson Henrique Ferreira do Nascimento
Orientador — UAST/ UFRPE

Profa. Ma. Ledjane Maria Alves Oliveira Lima
Examinador Externo — EREM Aires Gama

Profa. Dra. Flavia Cristiane Vieira da Silva
Examinador Interno — UAST/ UFRPE

“Ao contrário do físico, que se contenta em explicar como e porque as pedras caem, ficamos com ônus de explicar como as pessoas explicam a queda de pedras.”

— Yves Chevallard, 2013

RESUMO

Estamos vivendo em uma época marcada por rápidas transformações; o surgimento das novas tecnologias possibilitou o acesso à informação de maneira instantânea. Essas tecnologias tem ganhado cada vez mais espaço na sociedade e no ambiente escolar não poderia ser diferente; é notória a sua importância na facilitação do acesso à informação e como ferramenta dinamizadora dos processos de ensino-aprendizagem. Com o surgimento das novas tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), propostas de estratégias pautadas na utilização desses recursos são cada vez mais frequentes nos diversos níveis e modalidades de ensino. Diante disso, a *WebQuest* (WQ) surge como meio de o professor organizar as informações confiáveis da *Internet* e orientar os estudantes na realização de atividades investigativas. Estabelecido esse cenário, no presente trabalho, buscamos elaborar, implementar e avaliar a potencialidade de uma *WebQuest* sobre o tema Nanociência e Nanotecnologia na formação inicial de professores de Química; a escolha do tema é devida à importância das articulações ciência-tecnologia para a área, bem como em razão da sua influência na sociedade contemporânea. As atividades que constituem o processo de pesquisa foram realizadas com uma turma do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), *campus* de Serra Talhada (UAST), numa abordagem qualitativa; com base nos objetivos, do tipo exploratória e, quanto aos procedimentos, configura-se como pesquisa avaliativa. A coleta de dados foi realizada por meio de questionário, dos trabalhos elaborados pelos alunos e audiogravação/transcrição das apresentações daqueles, tendo a intervenção ocorrido ao longo de 08 (oito) aulas. Para análise dos dados, optamos pela *Análise Textual Discursiva* (ATD), Moraes e Galiazzi (2006), e pela taxonomia de Bloom aplicada à *WebQuest*, em Rocha (2014). A partir das análises dos resultados, concluímos que a mídia produzida teve uma boa aceitação por parte dos alunos, mostrando-se uma ferramenta pedagogia adequada para mobilizar recursos disponíveis na rede e estimular a aprendizagem por meio de investigação. Nesses termos, a *WQ* também mostrou-se um ambiente que permite grande interação entre os licenciandos e tem um significativo potencial para a construção do conhecimento.

Palavras-chave: *WebQuest*; ensino por investigação; nanociência; nanotecnologia.

ABSTRACT

We are living times singed by fast changes; the rising of new technologies has made information access immediate. Those technologies have been gaining ground in the whole society but especially in school; their open access character as well as their dynamic usage in teaching-learning processes have become patent. With those new digital information and communications technologies (DICT), proposals for strategies based on those kinds of resources are more and more frequent in all modalities and stages of education. Hence, the *WebQuest* (WQ) is a tool for teachers settle reliable information from the web and conduct guided research activities with their students. In this scenario, we created, implemented and assessed potentialities of a *WebQuest* on Nanosciene & Nanotchnology in a Chemistry teachers training course; the choice for that subject-matter is due to the science-technology assembly significance to that field and because of its influence in contemporary world. During the research process the interventional activities were conducted, in a qualitative approach, with a group of students from the Chemistry Teaching graduate course offered by the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), at the Serra Talhada *campus*; regarding the research goals, it is qualified as an exploratory investigation and an evaluative study, to the methodological procedures. When it comes to data collection, it was conducted using a questionnaire, from students' works and by audiography/transcription from its presentation in an eight class sequence. For data interpretation, we applied Moraes and Galiazzi (2006) Textual Discursive Analysis (TDA) and Rocha (2014) *WebQuest* adapted Bloom's taxonomy. According to the results, we could conclude the media we produced had a good acceptance among students and proved to be a suitable pedagogical tool for mobilizing available resources on the web, besides stimulating a kind of inquiry-based learning. In doing so, the WQ strategy also proved to be a good environment for interaction and substantive knowledge construction.

Keywords: *WebQuest*; inquiry-based teaching; nanoscience; nanotechnology.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Estrutura geral de uma WQ..... | 19 |
| Figura 2: Dimensões das atividades investigativas. | 22 |
| Figura 3: Áreas de aplicabilidade da N&N..... | 27 |
| Figura 4: Representação das escalas..... | 29 |
| Figura 5: Fenômenos em suas respectivas escalas..... | 30 |
| Figura 6: Primeiro adesivo bioinspirado..... | 30 |
| Figura 7: Esquema das partículas sob o “efeito lótus”. | 31 |
| Figura 8: Comportamento da água em superfícies hidrofóbicas. | 31 |
| Figura 9: Comparativo entre tinta comum vs. tinta nanotecnológica. | 32 |
| Figura 10: Categoria de acordo com os níveis de domínio característicos de WQ... | 39 |
| Figura 11: Interface da WebQuest produzida. | 42 |
| Figura 12: Interfaces das páginas “Introdução” e “Tarefas”. | 43 |
| Figura 13: Interfaces das páginas “Recursos” e “Processos”. | 44 |
| Figura 14: Interface da página avaliação e conclusão. | 45 |
| Figura 15: Interface da página “Créditos”. | 45 |
| Figura 16: Resultados dos experimentos dos grupos 01 e 06..... | 54 |
| Figura 17: Modelos apresentados pelos grupos 02 e 04..... | 54 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Produção sobre nanotecnologia ao longo do tempo | 26 |
| Gráfico 2: Tráfego de acesso ao longo do tempo | 46 |
| Gráfico 3: Sessão por dispositivo..... | 48 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Sinais utilizados na transcrição de conversações..... | 38 |
| Tabela 2: Número de acesso por páginas | 47 |
| Tabela 3: Solução apresentado pelos grupos para primeira atividade | 49 |
| Tabela 4: Experimentos e modelos propostos pelos grupos..... | 52 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AC&T – Alfabetização Científica e Tecnológica

ATD – Análise Textual Discursiva

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CNPq – Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CTPPI – Centro de Treinamento e Pesquisa em Pequena Irrigação

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

EPI – Ensino por Investigação

FINESP – Financiadora de Estudos e Projetos

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

N&N – Nanociência e Nanotecnologia

OCNEM – Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

TICs – Tecnologias da Informação e da Comunicação

UAST – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

WQ – WebQuest

WQC – WebQuest Curta

WQL – WebQuest Longa

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 14 |
| 2.1 Estratégia <i>WebQuest</i> (<i>WQ</i>) | 14 |
| 2.2 Ensino por investigação (EPI) | 20 |
| 2.3 Nanociência e Nanotecnologia (N&N)..... | 24 |
| 2.4 O invisível mundo nano..... | 28 |
| 2.5 Nanociência e Nanotecnologia na educação básica..... | 33 |
| 3. METODOLOGIA | 36 |
| 3.1 Caracterização da pesquisa, do <i>locus</i> e dos sujeitos..... | 36 |
| 3.2 Procedimentos de coleta e análise de dados..... | 37 |
| 4. RESULTADO E DISCUSSÃO | 41 |
| 4.1 Construção da <i>WebQuest</i> | 41 |
| 4.2 Panorama do tráfego de acesso à <i>WQ</i> | 46 |
| 4.2 Análise Textual Discursiva | 48 |
| 4.3 Categoria de acordo com os níveis de domínio característicos de <i>WQ</i> | 52 |
| 5. CONCLUSÃO | 58 |
| REFERÊNCIAS..... | 59 |
| APÊNDICE A: TERMO DE COMPROMISSO..... | 64 |
| APÊNDICE B: FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DO ESTUDANTE | 65 |

1. INTRODUÇÃO

A sociedade atual é marcada pelas rápidas transformações decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico. Com o advento das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), a escola tem sofrido forte influência, transformando a sua dinâmica. Nesse cenário, cada vez mais dinâmico e complexo, a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos tem-se tornado algo essencial para a formação do cidadão. A escola, como berço da difusão científica e tecnológica, deve garantir a aprendizagem necessária para a leitura dessa realidade.

Embora seja sabido que a escola deva garantir uma sólida formação científica e tecnológica, práticas educacionais pautadas em um ensino tradicional, isto é, dirigidas à transmissão mais do que a sua reestruturação, são comuns no âmbito escolar, causando um distanciamento dos pressupostos da educação científica. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio, o ensino deve possibilitar aos estudantes a compreensão dos conceitos e teorias do conhecimento científico-tecnológico, de modo que os alunos se apropriem dessa linguagem e possam utilizá-la para a comunicação e disseminação, apropriar-se desses conhecimentos é uma forma de inclusão social, pois possibilita o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho. (BRASIL, 2013; 2018).

Para que isso aconteça, é necessário (re)pensar aquelas práticas e estimular a adoção de novas abordagens e a discussão de temas sociocientíficos de relevância, que não costumam integrar os currículos tradicionais. Para tanto, a utilização de recursos tecnológicos deve ser considerada, visto que estamos imersos numa sociedade dependente das tecnologias e objetivando promover a inclusão digital. A *Internet*, por exemplo, facilitou o acesso à informação, de modo que podemos acompanhar os avanços e as transformações científicas na mesma velocidade em que são produzidos. Com o intuito de por em uso as TIDICs de modo que isso faça parte das práticas educacionais, algumas estratégias tem sido bastante utilizadas nos diversos níveis e modalidade de ensino, a exemplo da *WebQuest* (WQ), proposta por Dodge e Tom March. Trata-se de um ambiente virtual onde são organizados os recursos disponíveis na *Internet*; nesta estratégia as atividades são realizadas através de uma investigação guiada (DODGE, 1997; ZHENG *et al.*, 2005; BERNARDINELLI, 2014).

Além disso, o ensino de ciências deve ser tomado através de abordagens que possam contemplar aspectos da cultura escolar e da cultura científica, contribuindo para a promoção da alfabetização científica e tecnológica (AC&T), assim, o ensino por investigação (EPI) tem ganhando cada vez mais espaço no currículo dado o seu potencial na promoção da AC&T. A BNCC expressa claramente que as atividades no ensino de ciências devem ser promovidas sobre esse viés investigativo, de modo a desenvolver o raciocínio científico do aluno, contemplando as três dimensões da cultura científica: aprender ciências, aprender sobre ciências, aprender a fazer ciências. (CACHAPUZ *et al*, 2011; SASSERON, 2015; BRASIL, 2018)

A partir desse contexto, temas de relevância científica e tecnológica devem ser discutidos nas escolas uma vez que possibilitam construir um entendimento sobre o mundo, seus fenômenos naturais, bem como os impactos destes em nossas vidas, ou seja, ajudam a compreender o mundo e suas transformações, contribuindo para a consolidação de uma alfabetização científica. Nesse sentido, a Nanociência e Nanotecnologia (N&N) não pode ficar margem, dada a sua importância no desenvolvimento da ciência e tecnologia, bem como a sua influência na sociedade contemporânea. Por sua relevância, inclusive, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), indicam que a N&N deve ser trabalhada nas áreas de Ciências Exatas, Naturais e Humanas. Em razão do seu caráter multidisciplinar, a N&N permite trabalhar de forma interdisciplinar, contextualizada de modo flexível. (BRASIL, 2002; 2016; CHASSOT, 2003; SASSERON, 2015).

Diante desse cenário e a partir das reflexões, a pergunta que norteia a presente pesquisa é: *Qual o impacto do uso de uma tecnologia digital da informação e comunicação como a WebQuest na formação de professores de química numa perspectiva de ensino por investigação?*

Desse modo, o objetivo principal que se afigura é investigar a potencialidade de uma *WebQuest* sobre Nanociência e Nanotecnologia (N&N) na formação de professores de Química. Quanto aos objetivos específicos temos:

- Elaborar uma *webquest* com vistas à formação de professores;
- Abordar um tema sociocientífico de interesse para licenciandos em Química como é a Nanociência e Nanotecnologia a partir de uma WQ;

- Estimular a produção de gêneros textuais característicos do exercício docente entre os professores em formação, numa perspectiva de alfabetização científica.

Com o propósito de responder à pergunta que norteia este trabalho e contemplar os objetivos propostos, buscou-se, na literatura, referências teóricas que contribuíssem para o seu desenvolvimento. Na primeira seção, buscaremos tecer alguns esclarecimentos acerca da estratégia *WebQuest*, seus pressupostos, e a sua importância na organização dos recursos disponíveis da *web* para um melhor aproveitamento das fontes e o impacto disso nos processos de ensino-aprendizagem.

Na segunda seção, trataremos do ensino por investigação (EPI), apresentando as suas dimensões, contribuições para o ensino das ciências e a sua importância no currículo para promoção da alfabetização científica e técnica. Na terceira seção, adentramos o mundo da nanotecnologia, oferecendo uma visão geral dos aspectos históricos, o seu desenvolvimento e a sua importância no desenvolvimento científico-tecnológico; ainda, nas subseções, apresentamos os fenômenos por trás da nanociência e algumas aplicações industriais da nanotecnologia. Finalizando apontamos a substancialidade de trabalhar esse tema na escola e suas contribuições para a construção de um cidadão que saiba se posicionar frente aos processos e inovações que o afeta.

Na seção quatro, apresentaremos os caminhos traçados para a coleta de dados e a metodologia utilizada para interpretação daqueles, bem como o processo de construção da *WebQuest*. Em seguida, na seção cinco, Resultados e Discussão, iremos expor a análise dos dados coletados e, por fim, na seção seis, as considerações finais, uma síntese do trabalho desenvolvido e o cumprimento dos objetivos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção buscamos fazer alguns esclarecimentos a respeito da estratégia *WebQuest*, quanto aos seus propósitos, contribuição para os processos de ensino-aprendizagem e o seu papel no desenvolvimento de habilidades. Em seguida, apresentamos o Ensino por Investigação, mostrando suas dimensões, importância para o currículo nas ciências e a sua relevância na promoção de uma cultura científica escolar, possibilitando a alfabetização científica e tecnológica. Ainda, tratamos da Nanociência e Nanotecnologia a partir dos seus aspectos históricos, sua aplicabilidade e importância para o desenvolvimento da ciência e tecnologia. Por fim, da relevância da N&N para o ensino e contribuição para a alfabetização científica e tecnológica.

2.1 Estratégia *WebQuest* (WQ)

A sociedade contemporânea está cada vez mais influenciada pelos produtos científicos e, sobretudo, tecnológicos, de modo que o uso da tecnologia tornou-se uma necessidade. Com essa mudança e sob forte influência da tecnologia a alfabetização científica e tecnológica (AC&T) nas diversas culturas e na sociedade deve estar presente como parte da educação a fim de melhorar a participação cidadã nas tomadas de decisão em torno de problemas sociocientíficos e sociotecnológicos cada vez mais frequentemente (CACHAPUZ *et al*, 2011). O uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) faz-se mais e mais patente no cenário educativo, desse modo, é importante que os professores estejam familiarizados com aquelas para lidar de maneira positiva com estudantes residentes digitais (SILVA, LEÃO e SOUZA, 2015; LEITE e LEÃO, 2017).

Nesse cenário, a Internet tornou-se uma aliada dos estudantes, que deixaram de utilizar o livro didático, exclusivamente, adotando-a como fonte principal de informação, em razão da praticidade no acesso a materiais de origens e formatos diversificados. Esse grande volume de informações despertou, contudo, a preocupação em torno da maneira como os estudantes tem utilizado a Internet como fonte de pesquisa e estudo. Na busca assistemática por respostas rápidas e tendo disponível uma

grande quantidade de opções, os alunos acabam desviando-se de um objetivo e não filtram as informações encontradas na rede, considerando quaisquer fontes confiáveis (LEITE e LEÃO, 2017).

Tendo em vista o grande impacto dessas transformações na sociedade atual, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) expressa em suas competências gerais para a Educação Básica, as dimensões nas quais a computação e as tecnologias digitais são tematizadas, no que diz respeito ao conhecimento, habilidades, atitudes e valores, de modo que a utilização desses recursos seja cada vez mais presente nas atividades escolares (BRASIL, 2018). Considerando a demanda, há estratégias que podem ser aplicadas na orientação das consultas dos estudantes à rede, a exemplo do modelo *WebQuest*, que tem sido amplamente utilizado em diversas disciplinas e em todos os níveis de ensino: Fundamental, Médio e Superior. Essa ferramenta se destaca pela forma eficaz de organização dos recursos desordenados disponíveis na Internet e pela facilidade de operação.

O conceito de *WQ* foi criado em 1995 por Bernie Dodge e Tom March (ambos professores da Universidade de San Diego, Califórnia), como proposta metodológica na qual se fazia uso da Internet. Dodge (1995, p. 1) apresenta a seguinte definição: “A *WebQuest* é uma investigação orientada na qual algumas ou todas as informações com as quais os aprendizes interagem são originadas de recursos da Internet [...]”. Para Zeng *et al*, 2005 a *WQ* é uma forma eficaz de organização das informações advindas da internet, ajudando ao aluno na aquisição de novos conhecimentos através de um ambiente organizado e de uma aprendizagem guiada. Enquanto para Dias *et al* (2012, p. 867), “As *WebQuests* centram-se no uso das tecnologias da *web* para fornecer suporte à colaboração, favorecer as interações e facilitar a troca e a distribuição de competências entre os envolvidos”. Disto, percebe-se, então, a razão de a proposta de *WQ* ser sustentada por quatro construtos, a saber:

- i. **Pensamento crítico:** permitindo que o aprendiz reflita e análise as informações desenvolvendo (a) o pensamento hábil, (b) o pensamento responsável, (c) o pensamento não rotineiro, (d) a aplicação de critérios, (e) a autocorreção e (f) a sensibilidade;
- ii. **Aplicação do conhecimento:** passando da assimilação passiva das informações para a construção ativa do conhecimento. Aplicar o conhecimento, envolver-se na resolução de problemas, criatividade, *design* e julgamento;

- iii. **Aprendizagem em andaimes:** processo estruturado na qual o papel é transformar o que os estudantes leem em algo novo (processo de transformação).

Esse modelo é baseado no construto da *aprendizagem em andaimes* que envolve três níveis: recepção, transformação e produção, ou seja, vai da assimilação e compreensão dos conteúdos até a realização do que é proposto como objetivo. Nesses moldes, o andaime é uma ferramenta cognitiva que auxilia o aluno na construção do conhecimento, visto que relaciona o conhecimento prévio do indivíduo e a nova aprendizagem, ajuda a focar nos problemas de maneira consistente com as atividades de aprendizagem e objetivos, contribuindo para ampliar a sua compreensão (DODGE, 2001; ZHENG *et al.*, 2005).

A partir de sua estrutura de aprendizagem assistida, a WQ possibilita o desdobramento da aprendizagem colaborativa em seus dois níveis básicos, o compartilhamento e o empréstimo de conhecimento entre os envolvidos. O compartilhamento, parte do princípio de que o indivíduo aprende melhor em grupos do que sozinho. O outro, os empréstimos de conhecimento entre os envolvidos, está relacionado à ideia de que o indivíduo aprende estando com outro mais “capaz” e este, por sua vez, ajudando o a compreender melhor e a resolver as atividades e tarefas de aprendizagem; esses processos ocorrem por meio do compartilhamento de signos e significados. Tais ideias fundamentam-se em Vygotsky, que defende que a interação social é primordial para o desenvolvimento cognitivo, pois ela é a mediadora deste processo. Nesse sentido, aprender é um processo de interação a partir das práticas sociais e culturais (VYGOTSKY, 2007; DIAS, 2012).

Tendo em vista seu papel no desenvolvimento de habilidades cognitivas e as suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem, Bernardinelli (2014, p. 33) cita os objetivos educacionais possíveis de serem alcançados por meio da utilização da WebQuest:

- Modernizar os modos de fazer educação, pois possibilita o uso da Internet na educação;
- Garantir acesso a informações atualizadas, pois coloca os estudantes em contato com informações que fazem parte do seu cotidiano;
- Promover aprendizagem cooperativa, pois uma aprendizagem significativa pode ser facilitada pela cooperação;

- Desenvolver habilidades cognitivas, uma vez que a organização da tarefa determina as habilidades cognitivas que podem ser alcançadas pelo estudante;
- Transformar ativamente informações e não somente reproduzi-las, evitando o tradicional “copiar e colar”;
- Incentivar a criatividade;
- Favorecer o trabalho de autoria dos professores;
- Favorecer o compartilhamento de saberes pedagógicos, pois uma vez *online*, a *WebQuest* pode ser utilizada por outros professores e alunos, facilitando o intercâmbio de experiências de ensino e aprendizagem.

Por tratar-se de uma investigação orientada, o professor torna-se responsável por analisar o conteúdo que será utilizado na busca pela resolução de um dado problema, evitando que os alunos percam o foco e a atenção do aluno seja concentrada na análise, síntese e avaliação.

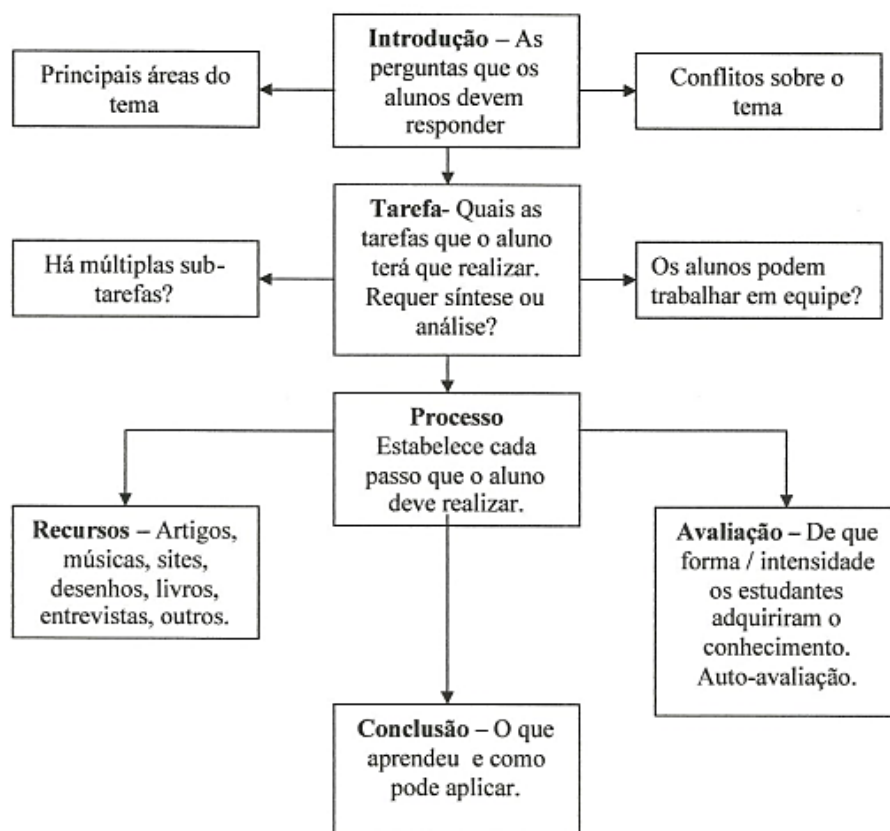
Existem dois tipos *WQ*: *WebQuest* Curta (*WQC*) e *WebQuest* Longa (*WQL*), com objetivos distintos que se deve considerar antes da criação de um desses ambientes virtuais. A *WQC* objetiva a aquisição e integração do conhecimento, sendo assim, ao final de uma *WQC*, o aprendiz terá entrado em contato com um número significativo de informações, passando a lhes dar sentido; esse tipo é explorado em um período curto, levando de uma a três aulas. Na *WQL*, promove-se a ampliação e o aprofundamento das informações, de modo que ao final, o aprendiz terá analisado de forma significativa o tema abordado; o tempo de exploração de uma *WQL* pode chegar a um mês (DODGE, 1995). De modo geral, entretanto, uma *WQ* deve ser bem planejada, seguindo, de acordo com Dodge (2001), as seguintes orientações:

- i. **Encontre ótimos sites:** um fator muito importante na construção de uma boa *WQ* é a fonte a ser utilizada. Encontrar *sites* confiáveis, legíveis, atualizados e precisos é de fundamental importância, tanto para uma boa *WQ*, quanto para a aquisição do conhecimento por parte do aprendiz;
- ii. **Organize seus alunos e recursos:** como em todo ambiente, a ordem deve ser mantida para um bom funcionamento. A organização nos permite criar um ambiente mais agradável e de fácil comunicação, sugere-se realizar os trabalhos em pequenos grupos para promover uma discussão mais rica e profunda sobre o tema, além dos diversos atributos da aprendizagem cooperativa;

- iii. **Desafie seus alunos a pensar:** um desafio pode ser uma ótima forma de fazer com que os alunos sintam-se motivados. É necessário levá-los a realizar alguma tarefa que vá muito além de recontar o que foi feito e envolvê-los em resoluções de problemas que despertem a criatividade.
- iv. **Use o meio:** o uso da *WQ* não se limita apenas na utilização dos recursos advindos da *web*; pode-se, por exemplo, utilizar livros, laboratórios, enfim, deve-se explorar o ambiente no qual serão desenvolvidas as atividades. A Internet não é apenas uma rede onde se encontra todo tipo de informação, é importante reconhecê-la também como uma rede de pessoas que facilita a comunicação, em vista disso, a *web* pode ser utilizada também como um espaço para debates.
- v. **Alimente grandes expectativas:** a construção envolve o processo criativo do aprendiz, o andaime é uma estrutura temporária usada para que eles desenvolvam/pratiquem as suas habilidades. Há três tipos de andaimes que ajudam no processo de desenvolvimento das habilidades e conclusão das tarefas a serem desenvolvidas/realizadas, são eles: recepção, transformação e produção. A *recepção* fornece as orientações necessárias para que o aluno aprenda a utilizar alguma função com a qual ainda não esteja familiarizado. A *transformação* exige que os aprendizes transformem o que leem em algo novo; em síntese, é o momento de reflexão, trata-se do processo de comparar, contrastar, debater ideias, racionar e tomar uma decisão. A *produção*, como o próprio nome sugere, é o momento de produzir; é exigido que o aluno crie algo que nunca foi criado antes.

Quanto ao design da *WQ*, apesar de não existir um modelo padrão para a sua construção *WQ*, sugere-se que a estrutura seja projetada incluindo os seguintes elementos: (a) introdução, uma breve apresentação sobre o tema que será abordado na *WQ*; (b) tarefa, descrição da(s) atividade(s) orientadas a cumprir; (c) processo, indicações de como executar a(s) tarefa(s); (d) orientação/avaliações, resumo de como as aprendizagens serão auferidas; (f) recursos, lista de elementos da *web* organizados pelo professor para consulta e pesquisa; e (e) conclusão, síntese do processo que, no geral, inclui reflexão sobre a execução das tarefas e acerca das habilidades desenvolvidas (DODGE, 1995; ZHENG *et al.*, 2005).

Figura 1: Estrutura geral de uma WQ.



Fonte: XAVIER, 2008, p. 59.

Com um aspecto pedagógico dinâmico, amplo, informativo e investigativo, esse tipo de estrutura fornece consistência e clareza à proposta, além de criar um ambiente virtual organizado permitindo uma fácil navegação até mesmo por aqueles que não são familiarizados com as tecnologias, facilitando o trabalho dos estudantes. Existem alguns tipos de *WebQuest* modificadas que não apresentam essa mesma estrutura, porém, a lógica e os princípios que os norteiam são os mesmos.

Haja vista sua grande potencialidade, a WQ tornou-se uma ótima estratégia para professores que buscam aproveitar todos os recursos da *web*, além de permitir o controle das informações utilizadas, bem como a sua flexibilidade de adaptação à realidade, além disso, prima pelo raciocínio, evitando a memorização mecânica e os processos que não priorizam as capacidades reflexiva e crítica do aprendiz. Desse modo, a WQ torna o sujeito mais ativo, permitindo o desenvolvimento de habilidades essenciais para lidar com problemas reais e criar soluções produtivas.

2.2 Ensino por investigação (EPI)

As práticas pedagógicas pautadas em abordagens tradicionais, cuja meta é preencher a mente dos alunos mais do que mudar sua organização, dirigidas à transmissão mais do que a sua reestruturação, tornaram-se ultrapassadas, fazendo surgir inúmeras abordagens que balizam o Ensino das Ciências em termo teóricos e práticos (POZO; CRESPO, 2009).

O sistema educacional atual exige que os professores utilizem modelos e metodologias de ensino inovadores, em oposição às técnicas normativas, bancárias e de caráter diretivo. Dentre os enfoques de destaque na educação em ciências, o Ensino por Investigação (EPI) tem ganhado cada vez espaço nos currículos, tendo em vista seu caráter inovador, ao contemplar aspectos da cultura escolar e da cultura científica, permitindo o estabelecimento de uma cultura científica escolar, que tende a distanciar-se das abordagens predecessoras e/ou antagonistas (BASTOS e NARDI, 2005; SASSERON, 2015; s.d.).

A BNCC afirma que o ensino das ciências deve garantir apropriação de procedimentos cognitivos e o uso de metodologias que favoreçam o protagonismo juvenil; consoante a isso, aponta que o ensino das ciências além do letramento científico deve aproximar os estudantes dos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica ao insistir que:

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (BRASIL, 2018, p. 550)

Assim sendo, o EPI visa, não somente mudanças conceituais nos alunos, mas também nos aspectos procedimentais e atitudinais; a construção do conhecimento do aluno deve estabelecer-se através de um “processo de construção social de modelos, apoiado, não só em certos recursos metodológicos, mas também no desdobramento de atitudes que se afastam bastante das que cotidianamente os alunos mostram” (POZO e CRESPO, 2009, p. 271). Nessa abordagem, o meio de alcançar tais

mudanças é a resolução de problemas, assim como a pesquisa científica. Nesse sentido, o EPI promove o protagonismo juvenil “na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido” (BRASIL, 2018, p. 551). Observe-se que é uma abordagem didática a qual podem ser vinculadas diferentes estratégias de ensino, desde que as atividades e os processos de investigação sejam postos em prática pelos alunos sob a orientação do professor (SASSERON, 2015).

É importante ressaltar que há uma diferença entre a pesquisa científica desenvolvida pelos cientistas (pesquisas autênticas) e as pesquisas desenvolvidas nas escolas (pesquisas simples); a própria epistemologia das ciências deixa claro que os processos cognitivos necessários para raciocinar nestas duas categorias de pesquisa são distintos. Enquanto a pesquisa autêntica envolve uma atividade mais complexa, empregando conhecimentos altamente técnicos e especializados, além de equipamentos sofisticados, as investigações desenvolvidas nas escolas são simples e capturam os principais componentes do raciocínio científico. Essa tarefa é realizada dentro das limitações do ambiente escolar e do conhecimento que existe em sala de aula, de modo que sua principal meta é de que o estudante aprenda a raciocinar cientificamente (CHINN e MALHOTRA, 2001), como destaca Freire (2009, p.105):

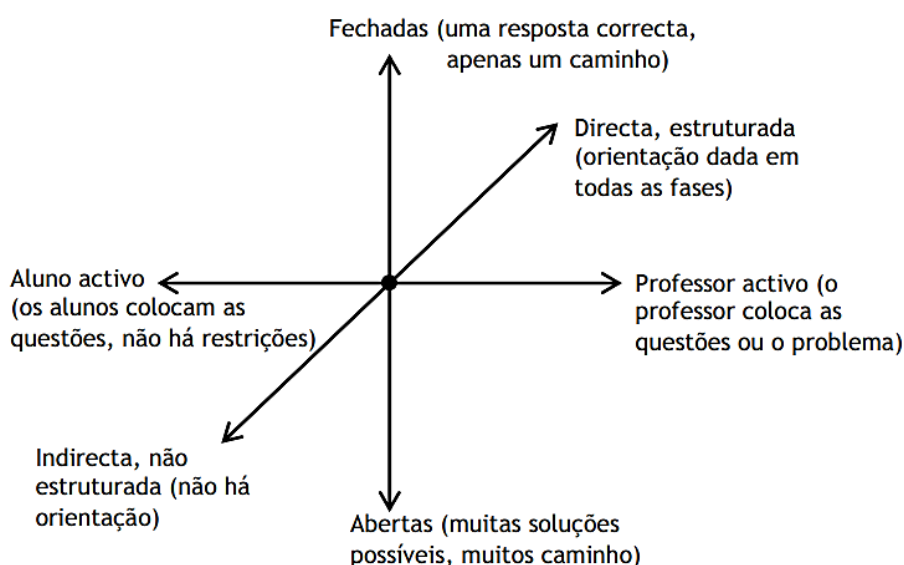
Ao desenvolver atividades desse tipo, o aluno adota uma postura construtivista e desempenha um papel totalmente ativo no processo de investigação. O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planejamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflecte o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino [...] Incide naquilo que os alunos fazem e não somente naquilo que o professor faz ou diz, o que exige uma mudança de um ensino mais tradicional para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Os alunos são envolvidos em tópicos científicos, colocando uma prioridade na evidência e na avaliação de explicações alternativas [...] O uso de actividades de investigação pode ajudar os alunos a aprender ciência, a fazer ciência e sobre ciência. (FREIRE, 2009, p.105 *apud* BAPTISTA, 2010, p. 89)

O Ensino por Investigação envolve as várias dimensões do fazer ciência e sobre ciência, que dizem respeito ao pensar, falar, fazer e escrever sobre ciência. As atividades desenvolvidas utilizando-se da investigação despertam o senso crítico, visto que, no processo investigativo, muitas vezes é necessário retroceder e reformular as questões, contribuindo para que não se transmitam visões deformadas de

ciência, como aquelas acumulativa, de crescimento linear do conhecimento científico e “aproblemática” (BAPTISTA, 2010; CACHAPUZ *et al.*, 2011).

Outro aspecto que esse tipo de enfoque permite desenvolver é a autonomia do aprendiz, contribuindo para a compreensão de que não existe um único método de fazer ciência, além de promover o uso de diversas ferramentas: livros, recursos multimídia, Internet, etc — o que também facilita o processo de socialização. A partir dessas ideias, as atividades de investigação caracterizam-se pelo conjunto de ações e práticas exigidos, tanto do aprendiz quanto do professor, que podem transcorrer de duas maneiras, a depender do tipo de sua natureza e orientação, como ilustrado na *Figura 2*:

Figura 2: Dimensões das atividades investigativas.



Fonte: BAPTISTA, 2001, p. 93.

No eixo representado horizontalmente, vemos que, tanto o aluno quanto o professor desempenham um papel ativo nesse tipo de atividade, assumindo uma postura interativa. Quanto ao caráter investigativo, percebemos dois extremos, em um deles sob uma perspectiva fechada, na qual a atividade só tem um caminho a ser seguido, permitindo apenas uma solução para o problema; e noutro extremo, a de caráter aberto que nos permite múltiplos caminhos e soluções. No eixo transversal, as atividades indiretas, isto é, sem nenhuma orientação e, à direta, com as orientações

dadas em todas as fases, neste percebemos a importância do professor. Desse modo, o professor é peça fundamental em investigações guiadas (BAPTISTA, 2001).

No Ensino por Investigação, o professor é peça chave no processo de construção do conhecimento do aluno, agindo como um “coordenador” da pesquisa, orientando o aluno em o todo o processo; nesse enfoque, o envolvimento requerido do professor é maior, uma vez que se “exige uma mudança na instância conceitual, atitudinal e procedimental paralela às mudanças que deve tentar promover aos seus alunos” (POZO e CRESPO, 2009, p. 273). Dessa forma, o professor é desafiado a mudar suas atitudes, assumindo um papel de orientador e mediador, estabelecendo as relações entre aluno e conhecimento, o que exige que o professor esteja sempre aberto a perguntas, questionamentos, posicionamentos contrários, e a ouvir os alunos de modo a combater a inibição por parte deles.

De fato, essa abordagem requer uma postura dinâmica e interativa, visto que exige um esforço de ambas as partes (professor e aluno), porém, isso não deve ser tido como barreira para adoção desse enfoque. Ao contrário da pedagogia do “facilitismo”, segundo a qual os alunos ficam à mercê do professor, essa abordagem modifica a maneira de agir do aluno e do professor, enquanto, por um lado, leva o aluno a refletir, elaborar suas ideias e discuti-las, ao invés de ouvir e repetir o que o professor fala, por outro lado, exige que o professor fique atento à turma, as suas ações, atitudes e resultados alcançados — o que exige um maior empenho.

2.3 Nanociência e Nanotecnologia (N&N)

A preocupação do homem com o mundo microscópico vem de séculos atrás, a começar por Leucipo de Abdera, considerado o mestre de Demócrito, no século V a.C., que desenvolveu a hipótese de que “a menor partícula constituinte de qualquer tipo de matéria não poderia ser fragmentada, pois, se possível dividir infinitamente, confundir-se-ia com o vazio” (OLIVEIRA e FERNANDES, 2006, p. 2), sendo por isso, chamadas de *átomos*. Essas ideias seguiram até o século XIX, quando a noção de indivisibilidade do átomo foi retomada por John Dalton (1803); para ele, os átomos eram partículas indivisíveis, esféricas, maciças, impenetráveis e indestrutíveis, muito parecidos com minúsculas “bolas de bilhar”, constituintes dos elementos químicos — modelo definido a partir de sua Teoria Atômica e que determina a Regra da Máxima Simplicidade, assim como instrui a Lei das Proporções Múltiplas (OLIVEIRA e FERNANDES, 2006; ABDI, 2010).

No final do século XIX, Thomson já sabia que os elétrons eram muito mais leves que os átomos em um todo. Assim ele propôs que cada átomo seria formado por uma esfera de carga positiva e homogênea. Esse modelo ficou conhecido como “modelo de pudim com passa”. Essa proposta não demorou muito tempo até que em 1908 Ernest Rutherford propõe o modelo atômico similar ao “sistema solar” depois de descobrir através de sua experiência sobre espalhamento de partículas α que os átomos teriam um núcleo muito pequeno e compacto, onde se concentrariam as partículas positivas circundadas por elétrons (negativos) (OLIVEIRA; FERNANDES, 2006; ABDI, 2010).

Na sequência de modelos atômicos que se deu, as ideias de Rutherford aproximaram-se consideravelmente das concepções do modelo atômico atual, porém, foi apenas em 1913 que o físico dinamarquês Niels Bohr “propôs o modelo pelo qual os elétrons giravam ao redor do núcleo em órbitas circulares e que somente algumas órbitas eram permitidas. Este modelo do átomo permitiu explicar o espectro de emissão do átomo de hidrogênio” (ABDI, 2010, p. 17).

Diante dessas contribuições, percebe-se que, há muito tempo, os cientistas vem preocupando-se com o “muito pequeno”. Vários artefatos assemelham-se às nanofabricações de hoje, a exemplo do famoso cálice de Licurgo (Lycurgus Cup); evidências sugerem que ele foi criado com a manipulação das partículas há 1600

anos. O famoso artefato ficou conhecido por possuir dupla coloração: avermelhada, quando iluminado por trás, e de coloração esverdeada, quando iluminado pela frente, particularidade devida à combinação de nanopartículas metálicas de prata e ouro utilizadas por eles (MELO JÚNIOR *et al.*, 2012).

Os primeiros estudos sobre a manipulação de materiais em escala atômica foram propostos na década de 50 pelo físico Arthur Von Hippel (1898-2003) que publicou um artigo em 1956, na revista *Science*, intitulado *Molecular Engineering* e um livro, o *Molecular Science and Molecular Engineering* (1959), onde propõe a criação de novos materiais a partir da manipulação de átomos e moléculas (SCHULZ, 2018). A ideia de manipulação da matéria em escala nanométrica já se fazia presente na comunidade científica.

Apesar das ideias de manipulação da matéria em escala nanométrica serem apresentadas na metade da década de 50, foi apenas em 1959, após a palestra proferida pelo físico norte-americano Richard Feynman, intitulada de *There's plenty of room at the bottom* (Há muito espaço lá dentro, tradução nossa), que ganhou grande repercussão mundialmente — de modo que a palestra é tida como marco inicial da nanotecnologia. Para Feynman, a possibilidade de manipular a matéria a nível atômico e molecular traria uma série de vantagens e benefícios, a exemplo da possibilidade de armazenar grandes quantidades de informação em espaços extremamente pequenas, remetendo à possibilidade de armazenar a Enciclopédia Britânica inteira na ponta de um alfinete. Outra possibilidade era a miniaturização dos computadores (visto que antigamente ocupavam espaços muitos grandes); através dos desenvolvimentos dessa tecnologia, seria possível criar computadores muitíssimo pequenos, sugerindo que, ao trabalhar nas dimensões atômicas da matéria, poderiam surgir novos materiais com propriedades e comportamentos diferentes daqueles apresentados em matérias de escala macroscópica (FEYNMAN, 2002; MARANHÃO, 2002; SANTOS e NIHEI, 2013).

Diante disso, percebe-se que Feynman estava além do seu tempo, algumas de suas ideias viriam a tornar-se realidade, a própria miniaturização do computar é, hoje, um acontecimento. Apesar de sua palestra não ter sido algo novo, visto que outro cientista já indicava estudos sobre a manipulação da matéria em nível atômico e molecular, ainda foi um instrumento de grande importância para a construção da identidade de um novo campo de pesquisa.

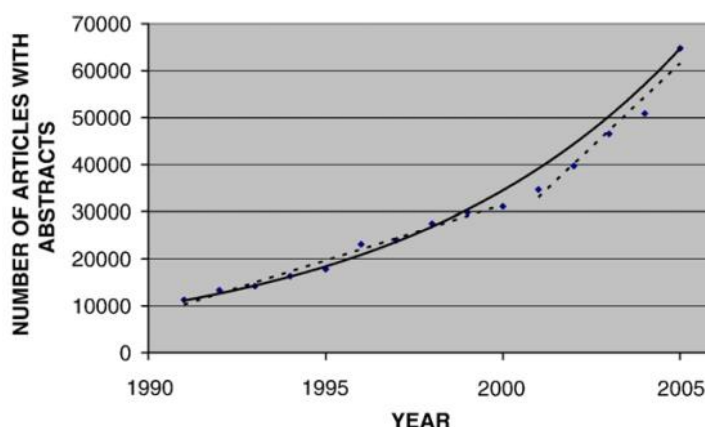
A partir dessas contribuições, a nanotecnologia despertou o interesse dos cientistas pelo novo campo de pesquisa, resultando em diversos trabalhos que contribuíram para a percepção e desenvolvimento da nanotecnologia. A partir da década 80, várias invenções, estudos e descobertas provam que as ideias de Feynman faziam sentido, como mostrado a seguir:

- i) o trabalho de Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, criadores do microscópio de tunelamento (*scanning tunneling microscope*), instrumento que permitiu a criação, modificação e processamento de imagens eletrônicas de átomos individuais, por meio de um software de computador, em 1981;
- ii) a descoberta dos fulerenos, que são a terceira forma mais estável do carbono, por Robert Curl, Harold Kroto e Richard Smalley, em 1985;
- iii) a publicação do livro de Eric Drexler, *Engines of Creation*, que efetivamente popularizou a nanotecnologia, em 1981;
- iv) o feito de Donald Eigler ao lograr escrever o nome IBM, em 1989, com átomos individuais do elemento xenônio (Xe);
- v) a descoberta dos nanotubos de carbono, que são estruturas cilíndricas formadas por átomos de carbono e que possuem alta resistência, por Sumio Iijima, no Japão, em 1991.

(ADBI, 2010, p. 20)

A criação do microscópio de tunelamento (1981) capazes de mapear as superfícies em resolução atômica foi de fundamental importância para o desenvolvimento da nanotecnologia. Com esses feitos, a N&N ganhou grande destaque, expandindo-se mundialmente. A partir dos anos 90 pesquisas nesta área aumentaram exponencialmente, como mostra o gráfico 03, pois a nanotecnologia apresentava mudanças revolucionárias na sociedade causando forte impacto na competitividade dos vários setores econômicos.

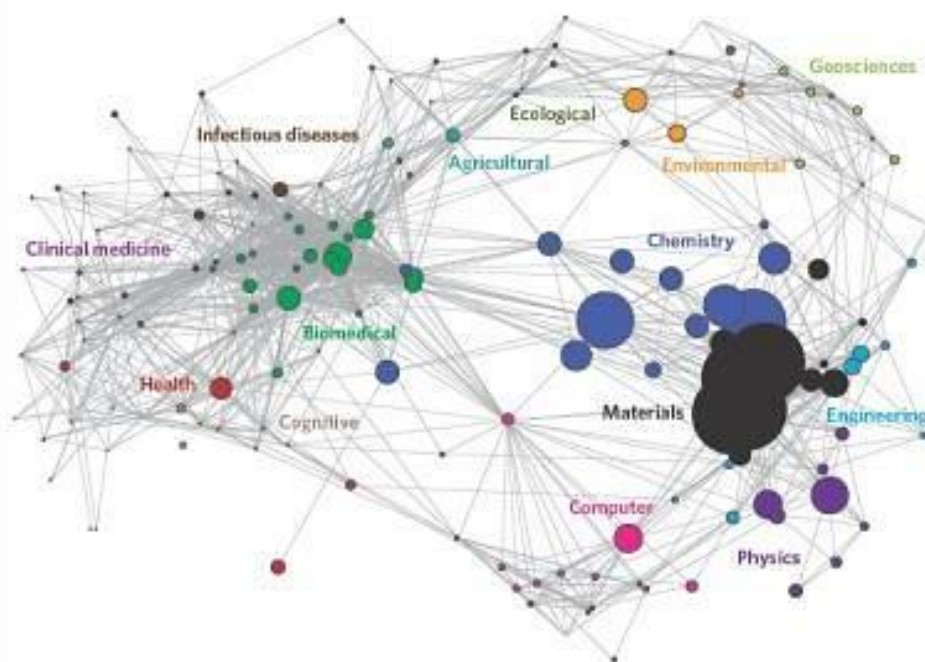
Gráfico 1: Produção sobre nanotecnologia ao longo do tempo.



Fonte: KOSTOFF, KOYTCHIEFF e LAU, 2007.

Com o avanço da ciência e das novas tecnologias a nanotecnologia vem crescendo em um ambiente onde as interações internacionais aceleram a ciência, educação, pesquisa e desenvolvimento industrial, enquanto questões de competitividade estão surgindo e impulsionando o desenvolvimento do campo, as atividades do governo devem, igualmente, preparar as sociedades para as implicações futuras. (ROCO, 2003). Por ser uma área multidisciplinar, visto que desenvolve em paralelo a muitas áreas das ciências e da tecnologia, suas aplicações difundem-se pelas diversas áreas do conhecimento, como mostra a *Figura 3*:

Figura 3: Áreas de aplicabilidade da N&N.



Fonte: PHYS.ORG, 2009.

Por ser multidisciplinar, a N&N apresenta múltiplas interfaces, de modo que a sua contribuição científica/tecnológica nos diversos campos do saber é perceptível. No diagrama de correlação, percebemos uma polarização nas pesquisas ligadas aos materiais e uma irradiação para as mais diferentes áreas a partir daquela: Química, Física, engenharias, medicina, ecologia, agricultura, biofármacos, computação, dentre outras. A partir disso, percebemos sua importância e impacto científico/tecnológico e social que tem (BRASIL, 2018).

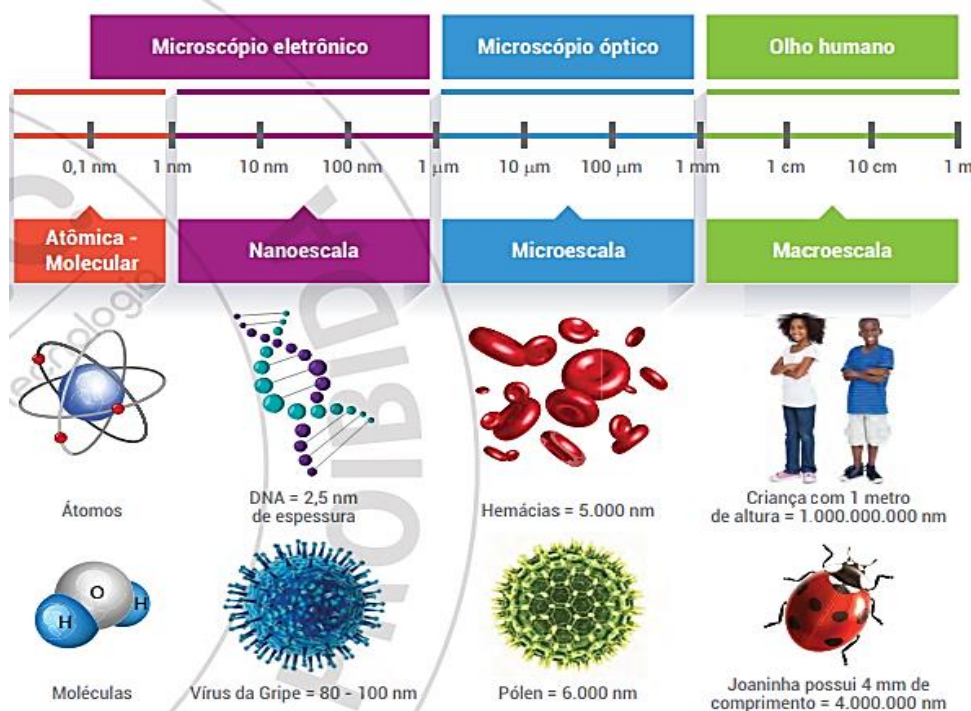
Com a contribuição da nanotecnologia e sua crescente aplicabilidade nas diversas áreas, a N&N tem chamado cada vez mais a atenção das indústrias. Os produtos nanotecnológicos foram responsáveis pela movimentação do setor econômico em trilhões de dólares em 2015, segundo estimativa com base na análise das atividades industriais nos EUA, Japão e Europa Ocidental, chegando a representar 10% do PIB dos EUA nesse período. (ROCCO, 2003).

Por seu grande impacto científico, tecnológico, social e econômico, as principais potências mundiais tem investido massivamente nesse campo, causando uma absurda competitividade e chamando atenção de governos, órgãos de fomento de pesquisa, empresas de grande e pequeno porte (ROCO, 2003; JACOBI, 2017). No Brasil, as pesquisas relacionadas à N&N são apoiadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a financiadora de Estudos e Projetos (FINESP), desde a década de 1990 (BEZERRA, 2014). Apesar de recente, cerca de apenas 30 anos, no Brasil, a revolução que provocou na ciência, na tecnologia e na sociedade denota que conhecer os seus fundamentos e implicações é fundamental para o desenvolvimento das nações.

2.4 O invisível mundo nano

A diversidade de matérias com diferentes formas e tamanhos faz com que haja a necessidade de adotarmos diferentes formas de interação e padrões de medida. Tudo que vemos está representado em macroescala. Ao trabalharmos fora desta escala, é necessário utilizar ferramentas para enxergar a realidade com maior clareza, por exemplo, microscópios ópticos; para trabalhar com matérias na dimensão nano, no entanto, é necessário lidar com super-microscópios eletrônicos (ABDI, 2010). Na imagem a seguir (*Figura 4*), estão ilustradas as dimensões referidas:

Figura 4: Representação das escalas.



Fonte: TOMA; SILVA, 2019, p.13.

Analisando a imagem anterior, pode-se perceber que a nanoescala compreende o intervalo de 1 a 999 nm, porém, para que possa ser considerado um material nanotecnológico, é comum referir-se a nanomateriais cujas dimensões compreendem entre 1 e 100 nm somente. Alguns materiais de dimensões superiores a essa também apresentam propriedades distintas e dão origem a novos fenômenos, denominados efeitos quânticos (TOMA; SILVA, 2019). Dessa forma, podemos definir nanotecnologia com a manipulação de estruturas atômicas e moleculares, em escala industrial, em dimensões da ordem de um bilionésimo de metro (10^{-9} m). Paralelamente, as ciências que envolvem o conhecimento e manipulação das propriedades e potencialidades nessa escala são denominadas “nanociências” (TOMA, 2004).

Ao trabalhar nessa dimensão, muitas das propriedades químicas, físicas e mecânicas dos materiais mudam drasticamente, o que a torna tão interessantes do ponto de vista da ciência. O ouro, por exemplo, ao diminuir suas partículas, pode-se obter ouro em coloração laranja, púrpura, vermelha ou verde, a depender do tamanho que elas assumem, o que chamamos de efeito quântico de tamanho (*quantum size effect*) e as nanopartículas de pontos quânticos (*quantum dots*) (ABDI, 2010). A Figura 5, a seguir, mostra alguns dos fenômenos ocorridos nesta escala.

Figura 5: Fenômenos em suas respectivas escalas.

| | |
|------------|---|
| Centímetro | Gravidade, fricção, combustão |
| Milímetro | Gravidade, fricção, combustão, eletrostática |
| Micrômetro | Eletrostática, Van der Waals, browniano |
| Nanômetro | Eletrostática, Van der Waals, browniano, quântico |
| Angström | Mecânica quântica |

Fonte: ABDI, 2010, p.14.

Com a diminuição do tamanho novos fenômenos e propriedades são observados; em nanoescala, vários dos efeitos estão relacionados aos aspectos quânticos, de modo que os princípios da física clássica e da química convencional já não são mais válidos. Apesar de parecer algo distante do cotidiano, os materiais desenvolvidos com tais características são inspirados na natureza (bioinspirados), a exemplo das cores estruturais e dinâmicas de vários animais, como o camaleão, cuja mimese é devida a uma rede de nanocristais que captam a luz via proteína óptica; e a forma de adesão de alguns animais a substratos, que pode ser explicada por meio das forças superficiais em nanoescala, dentre outros vários exemplos (BRASIL, 2018):

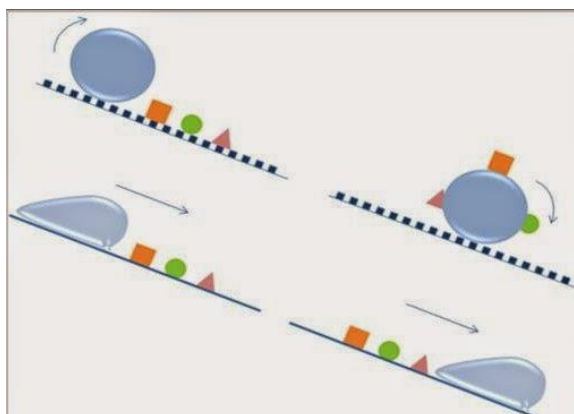
Figura 6: Primeiro adesivo bioinspirado.

Fonte: BRASIL, 2018, p. 20.

Grande parte dos materiais nanotecnológicos desenvolvidos pela indústria é feito a partir de observações de fenômenos naturais. Outro exemplo que podemos citar é a folha de lótus, planta nativa da Ásia que apresenta a característica peculiar

de manter suas folhas sempre limpas. Esta característica é dividida à presença de nanoestruturas que fazem com que a folha torne-se superhidrofóbica, ou seja, confere à superfície uma “repulsa” a água e capacidade de autolimpeza, pois a água, quando em contato com a superfície da folha, arrasta consigo partículas de sujeira espalhadas ali, conforme mostra a *Figura 7*. (SOUZA, 2015).

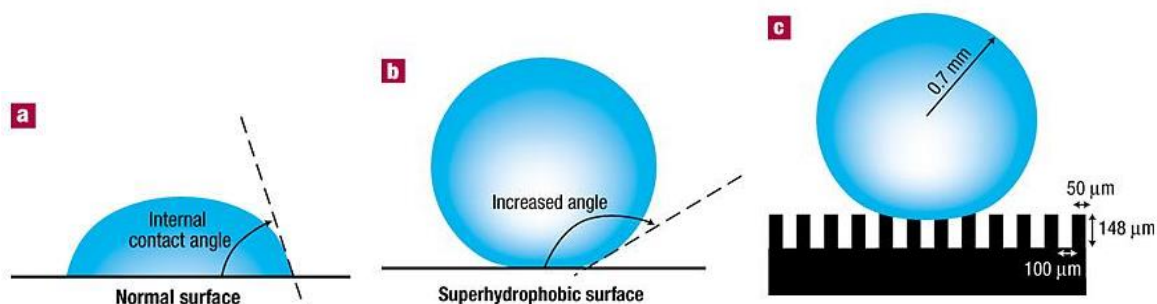
Figura 7: Esquema das partículas sob o “efeito lótus”.



Fonte: SOUZA, 2015.

No exemplo, observamos o comportamento de uma gota d’água na superfície de uma folha de lótus; quanto maior for o valor do ângulo de contato entre a gota e a superfície em estudo, menos susceptível será a interação da água com a superfície. Considera-se superhidrofobicidade quando a angulação existente for igual ou maior que 150° , como mostrado no exemplo (C) da *Figura 08*. (SOUZA, 2015).

Figura 8: Comportamento da água em superfícies hidrofóbicas.



Fonte: MUEHLMANN, 2012.

Essa observação abriu caminho para o desenvolvimento de vários materiais com tais características. Industrialmente, o fenômeno é replicado através da organi-

zação de nanomateriais nas superfícies em virtude de sua grande superfície de contato. Atualmente essa técnica é utilizada em tintas, revestimentos, tecidos, calçados e em utensílios como frigideiras antiaderentes.

Figura 9: Comparativo entre tinta comum vs. tinta nanotecnológica.



Fonte: MARTINS, 2014.

Com o avanço nas pesquisas em nanotecnologia, a sua aplicação se expandiu e vem cada vez mais sendo utilizada para fins ambientais. Atualmente, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas para remediação ambiental, a exemplo da utilização de nanopartículas magnéticas para remediação de cursos d'água, em razão da sua eficiência na remoção dos diversos poluentes, tais como metais pesados e hormônios; trata-se de um processo de baixo custo, ademais podem ser reutilizadas (SILVEIRA e FALADORI, 2016; SILVA, *et al*, 2018; FRANCISQUINI; SCHOENMAKER e SOUZA, 2014).

Ao falar em nanotecnologia, as pessoas associam uma tecnologia distante da realidade e inacessível, porém, materiais comumente usados atualmente já contam com essa tecnologia, podemos citar, por exemplo: placas e *chips* dos celulares e computadores, cremes dentais, tintas para automóveis, lápis de pintar, cosméticos, remédios, dentre outros. Em um futuro próximo a nanotecnologia estará presente em praticamente tudo ao nosso redor.

2.5 Nanociência e Nanotecnologia na educação básica

A educação brasileira, presentemente, passa por mudanças na sua dinâmica, exigindo maior flexibilidade nas formas de condução e contextualização dos conteúdos, de modo que os estudantes sejam capazes de relacionar as diversas áreas do conhecimento; diante disso, a interdisciplinaridade tornou-se um imperativo no novo modelo de ensino-aprendizagem. Considerando essa necessidade, a nanociência e a nanotecnologia oferecem condições de mostrar como as aplicações científicas envolvem diferentes campos do conhecimento sob uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada, em oposição à fragmentação e à descontextualização — ou mesmo à total banalização dos aspectos do cotidiano nas escolas — correntes (CHASSOT, 2003; BRASIL, 2000; 2006).

Sabendo que a sociedade contemporânea está incontestavelmente organizada em torno de avanços científico-tecnológicos, “o conhecimento científico, nos tempos atuais, exige da escola o exercício da compreensão, valorização da ciência e da tecnologia [...] em busca da ampliação do domínio do conhecimento científico” (BRASIL, 2013, p. 26); a N&N não pode ficar à margem dessa orientação, pois que se trata de um tema atual, relevante e de grande contribuição para o desenvolvimento científico e tecnológico. A escola é o berço da difusão das ciências, cabendo a ela o papel de abordar essa temática.

Diante da grande relevância científica e tecnológica desse tema, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) recomendam que as habilidades e competências desenvolvidas nesse nível permitam ao estudante “entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social” (BRASIL, 2000, p. 26). Outrossim, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM) ressaltam que “Temas relevantes e atuais merecem atenção, como a nanotecnologia, além de outros de forte relação com aspectos sociais” (BRASIL, 2006, p. 56). Além disso, ressalta-se que a N&N deve ser um tema abordado a partir das disciplinas de Ciências da Natureza, ao afirmar que “pode-se trabalhar, por exemplo, a partir de temas como poluição, recursos energéticos [...] nanotecnologia, entre tantos outros temas abordados, também, em livros paradidáticos, orientados para o ensino médio” (BRASIL, 2000, p. 26; BRASIL, 2006, p. 123). Nesse contexto, nem

discentes nem docentes podem ficar despreparados, uma vez que a educação atual requer uma escola em que a ciência e tecnologia estejam presentes no cotiando escolar; além disso, os vestibulares e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ora exigem dos alunos o conhecimento articulado de temáticas dessa natureza.

Por ser uma área multidisciplinar a N&N deve ser ensinada de maneira contextualizada e interdisciplinar entre as áreas das ciências Exatas, Naturais e Humanas, considerando o seu grande impacto social. Apesar de parecer algo o novo, o tema envolve assuntos bastante recorrentes nos estudos das Ciências Naturais, como a manipulação de átomos e moléculas, fazendo com que a N&N atue como componente motivador do aprendizado da Física, da Biologia e, em especial, da Química. Portanto, é essencial que os alunos e professores da Educação Básica conheçam quais são as potencialidades e os efeitos da nanociência e da nanotecnologia na vida prática. Essa inserção no meio científico, antes vista como algo restrito, além de estimular e renovar as metodologias de ensino, efetiva a desejosa Alfabetização Científica e Técnica (AC&T) dos cidadãos. A alfabetização científica tem-se configurado no objetivo principal das práticas educativas no ensino das ciências:

[...] a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de Ciências; estas razões se baseiam em benefícios práticos pessoais, práticos sociais, para a própria cultura e para a humanidade, os quais se obtêm por meio da combinação de duas escalas binárias: individual/grupal e prática/conceitual, dando lugar aos quatro domínios indicados. (DIAZ, ALONSO e MAS *apud* SASSERON e CARVALHO, 2011, p. 65).

Desta forma, a AC&T configura uma nova maneira de ver e interpretar o mundo à luz do conhecimento científico, ou seja, levar os estudantes a buscar respostas para eventos cotidianos a partir do saber científico, estabelecendo, dessa maneira, a ponte entre o que é estudado na escola e o que é visto a sua volta, fortalecendo a inclusão social (CHASSOT, 2003; SASSERON, 2015). Partindo desses pressupostos, recomenda-se que, no ensino, a N&N não fique restrita aos aspectos tecnológicos, mas apresente e explore as implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, auxiliando a construção de um pensamento reflexivo e crítico a respeito da nanotecnologia de forma que os sujeitos possam posicionar-se a respeito desse tema (JESUS, LORENZETTI e HIGA, 2015).

Entre outras, a função da educação é formar cidadãos capazes de refletir, ou seja, cidadãos críticos que saibam posicionar-se frente aos processos e inovações

que os afetam; é dever da escola alfabetizar cientificamente os alunos e, a partir da inserção dessas temáticas, seria possível minimizar a visão distorcida do que se tem apresentado sobre a N&N. Para que isso ocorra, esses estudantes devem ser preparados com uma sólida formação científica e tecnológica (BRASIL, 2013). Assim, alfabetizar cientificamente requer que os alunos estejam cientes dos acontecimentos científicos e tecnológicos que nos cercam, do que a N&N é grande representante, seja nos diversos dispositivos eletrônicos, nos cosméticos e medicamentos, até nos alimentos, revelando a importância da discussão dessas informações com os sujeitos sociais para a formação do cidadão crítico.

3. METODOLOGIA

Nesta seção trataremos da definição dos aspectos metodológicos da pesquisa. Iniciamos com categorização da investigação quanto à abordagem metodológica, os objetivos e os procedimentos técnicos para coleta e análise dos dados levantados durante o processo de intervenção didática. Descrevemos também o *locus* investigado e o perfil dos sujeitos participantes, além da implementação e avaliação da *WebQuest* com foco no Ensino por Investigação.

3.1 Caracterização da pesquisa, do *locus* e dos sujeitos

O presente trabalho é um estudo de abordagem qualitativa, uma vez que envolve a obtenção de dados descritivos, com propósito de buscar retratar a perspectiva dos participantes, ou seja, a maneira como os participantes encaram as questões propostas como foco do trabalho. Nesse tipo de abordagem, a preocupação com os processos é maior do que com o produto. (LÜDKE e ANDRÉ, 1986).

Com base nos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, visando à formulação de questões ou problemas de modo a proporcionar familiaridade do pesquisador com o fenômeno em estudo, a fim de um maior aprofundamento sobre o tema. Nesse sentido aplicam-se procedimentos sistemáticos para obtenção de dados via observação em boa medida. (GIL, 2002; LAKATOS; MARCONI, 2003).

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), localizada no município de Serra Talhada, interior de Pernambuco, a 415 km da capital, Recife. A unidade foi instalada, em agosto de 2006, no Centro de Treinamento e Pesquisa em Pequena Irrigação (CTPPI), *Campus* Avançado da UFRPE, localizado na Fazenda Saco.

O público-alvo foi constituído por estudantes dos 9º e 10º períodos da referida Unidade que, no momento da pesquisa, cursavam a disciplina de Trabalhos de Pesquisa em Química A (QUIM5043), cujo enfoque é prepará-los para escrita de trabalhos acadêmicos. As atividades desenvolvidas na intervenção, outrossim, exigiam do aluno a escrita de trabalhos científicos nos padrões da Associação Brasileira de

Normas Técnicas (ABNT), desse modo, convergindo com o propósito da disciplina. Tal escolha se justifica pelo fato de estarem nos últimos períodos, considerando que já apresentam domínio de conceitos básicos da Química necessários para facilitar o entendimento acerca da nanotecnologia. Além disso, em sua quase totalidade, já haviam tido algum contato com a N&N (de acordo com o questionário aplicado). A turma contou com 18 (dezoito) estudantes, dos quais 12 (doze) mulheres e 6 (seis) homens, com faixa etária entre 21-31 anos. A intervenção realizada tomou um total de 08 (oito) aulas para realização de todas as atividades, tendo uma parcela delas sido desenvolvida fora da Universidade pelos estudantes através da *WebQuest* disponível no endereço eletrônico <<https://sites.google.com/view/webquestnanotecnologia>>.

3.2 Procedimentos de coleta e análise de dados

O delineamento e/ou planejamento de um projeto envolve a previsão da coleta, análise e interpretação dos dados, procedimentos que também caracterizam a pesquisa. De acordo com as características deste trabalho, quanto aos procedimentos, configura-se como pesquisa avaliativa, visto que, busca-se fazer um “julgamento sobre intervenções, analisando a base teórica, o processo operacional e a implementação dos mesmos em sua interface com o contexto no qual os constituem” (ARREAZA e MORAES, 2010, p. 2629). Nesse sentido, as estratégias envolvendo pesquisas desse tipo transcorre na análise de desempenho das estratégias e dos efeitos das ações.

O principal instrumento para a coleta de dados foi o conjunto das produções textuais dos alunos (a partir das atividades da *WebQuest*) o *corpus* desta pesquisa. Pelo questionário inicial, respondido pelos estudantes, assim como a partir da arguição daqueles, gravadas em formato de áudio (.mp3) e transcritas, seguindo as proposta de Marcushi (2003) e Carvalho (2006), como mostra a *Tabela 1* a seguir:

Tabela 1: Sinais utilizados na transcrição de conversações.

| NOTAÇÃO | VALOR |
|----------------------|---|
| (...) | marca pausas de qualquer tipo, como vírgula, ponto e vírgula, ponto final, dois pontos e exclamação |
| (<i>suposição</i>) | falas imprecisas |
| (()) | indicação de ruído ou comentário do transcritor |
| ? | Interrogação |
| MAIÚSCULAS | tom enfático |
| / | fala truncada |
| :: | alongamento de vogal (eh::) ou consoante (hum::) |
| [] | falas simultâneas |

Fonte: NASCIMENTO, 2014 p. 117.

Para análise dos dados, optamos pelo método de Análise Textual Discursiva (ATD), visto que nos permite uma análise criteriosa, possibilitando expressar novas compreensões atingidas ao longo da análise a partir dos significados atribuídos pelo pesquisador, com base em seus conhecimentos e teorias. Esse tipo de análise exige a (re)construção de caminhos constantemente (MORAES, 2003; MORAES e GALIAZZI, 2006).

A ATD é um processo de auto-organização para construção e compreensão dos novos entendimentos a partir de uma sequência que envolve três componentes: a *unitarização* requer uma leitura minuciosa e aprofundada, resultando na separação dos textos em *unidades de sentido*; a *categorização*, momento em que se faz a articulação dos significados semelhantes gerando níveis de categorização. E a (re)interpretação dos dados, resultando na construção de *metatextos*, explicitando a compreensão do produto final, fruto da combinação dos elementos da unitarização e categorização (MORAES, 2003; MORAES e GALIAZZI, 2006).

De posse dos resultados da segunda atividade, ranqueamos os grupos de acordo com os critérios estabelecidos no *Quadro 1*, a seguir, pontuando cada um desses numa escala de 1 a 4 pontos, cujo soma máxima atingida fosse 20 pontos.

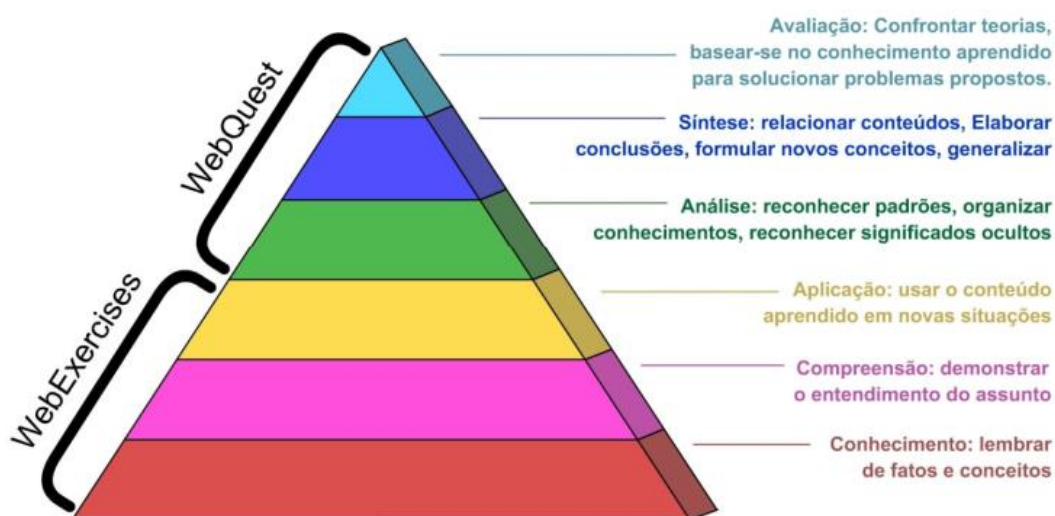
Quadro 1: Critérios de avaliação.

| | (1) BOM | (2) MUITO BOM | (3) OTIMO | (4) EXCELENTE | PONTUAÇÃO |
|---|--|---|--|---|-----------|
| O estudante expõe com clareza os aspectos dimensionais do material nanoestruturado ou dos processos associados? O estudante faz uso de algum modelo para tornar a informação mais clara? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| O estudante explica com clareza os conceitos científicos relacionados às superfícies no âmbito da nanociência e da nanotecnologia? O estudante faz uso de algum modelo para tornar a informação mais clara? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| O estudante expressa com clareza a noção de nanoescala e a sua funcionalidade? A concepção é uma criação individual viável? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| O estudante apresenta as informações de forma clara, com acurácia e em tempo hábil? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| O modelo de que o estudante faz uso é apropriado para aplicação em sala de aula e ajuda a compreender a noção de nanoescala? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| SOMATORIO DAS PONTUAÇÕES OBTIDAS A PARTIR DOS CRITERIOS INDIVIDUAIS ANALISADOS | | | | | |

Fonte: Produção própria.

A partir desse movimento analítico de atribuir uma pontuação de acordo os critérios alcançados pelos grupos (Quadro 01), articulamos as pontuações, estabelecendo uma faixa de pontuação para as categorias de níveis cognitivos proposta por Rocha (2007).

Figura 10: Categoria de acordo com os níveis de domínio característicos de WQ.



Fonte: Rocha, 2007, p.82.

Os níveis de categorização nesses aspectos representam os resultados de aprendizagem. Para tanto, observa-se que uma *WQ* deve atingir os mais altos níveis de domínio cognitivo, o que não ocorre com as *WebExercises*, (folhas de exercícios em formato de *WQ*), por exemplo, pois estas não contemplam os processos de transformação do aluno. Nesse seguimento, uma *WQ* deve possibilitar ao aluno a chance de recriar seus conceitos a partir do questionamento do problema que se apresenta, facilitando a produção e compreensão do conhecimento a partir da informação. (DODGE, 1991; ROCHA, 2007).

No intuito de responder ao questionamento que norteia o projeto, os seguintes procedimentos foram realizados de acordo com a sequência de etapas apresentadas a seguir:

No primeiro contato com a turma, apresentou-se a proposta do trabalho e sua finalidade, a fim de saber se eles tinham interesse em participar de modo voluntário. Tendo todos os alunos da turma aceitado participar, apresentamos-lhes o termo da pesquisa (Cf. APÊNDICE A). Com o objetivo de investigar as percepções iniciais dos estudantes sobre a Nanociência e Nanotecnologia e traçar um perfil dos estudantes, aplicamos um questionário simples com perguntas abertas (Cf. APÊNDICE B).

Em um segundo encontro, explicamos aos discentes os pormenores da *WQ*, cada um dos menus, e disponibilizamos o *link* para acesso; nesse encontro foram divididos os grupos de trabalho e sanadas eventuais dúvidas a respeito das atividades. O terceiro e o quarto encontros destinaram-se à entrega do material requerido nas atividades, bem como a arguição, na qual foram destinados 10 minutos por grupo para a defesa de suas ideias. Por fim, realizou-se uma socialização no intuito de saber como foi a experiência dos alunos em relação à *WQ* .

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A seguir, apresentamos os resultados obtidos a partir da coleta e análise dos dados. Iniciamos mostrando o processo de construção da *WQ*, e, em seguida, uma visão geral do tráfego de acesso à *WebQNano*, através do qual pudemos ter um panorama de quando e por qual meio os alunos mais acessaram o site. Em seguida, detalhamos as análises feitas a partir ATD e dos níveis de domínio cognitivos do conhecimento, objetivos de uma *WQ*, apontando, por fim, como os dados relativos a primeira e a segunda atividade relacionam-se e autoconfirmam-se.

4.1 Construção da *WebQuest*

Para construção da *WQ* optamos pela utilização do *Google sites* que é voltado à criação de sites para atividades escolares, além de nos oferecer uma plataforma para criação e hospedagem de *sites* totalmente grátis e acessível, de modo que não é exigido qualquer conhecimento de programação *web* ou entendimento acerca de *design*, cabendo ao responsável apenas um conhecimento básico de informática para a edição, por exemplo: trocar imagens, editar e formatar textos, alterar cores, mudar *layouts* ao selecionar uma estrutura diferente de coluna, e adicionar ou excluir elementos simples. O único requisito obrigatório é ter uma conta na *Google*.

No processo de construção da *WQ*, a interface foi elaborada conforme a metodologia proposta por Dodge (1995) para as *Webquests*, com seções de introdução, tarefa, processos, recursos, avaliação, conclusão e créditos. A prevalência do visual sobre outras formas de comunicação é notória no mundo virtual, diante disso, a preocupação esteve em manter um ambiente simples, que fosse de fácil manipulação e com um aspecto moderno, assim, as imagens, cores, figuras e *layout* foram escolhidos cuidadosamente para proporcionar uma melhor comunicação visual, facilitando a navegação e consulta dos conteúdos, algo especialmente importante para a retenção da atenção e engajamento do público. A interface da *WebQuest* está ilustrada a seguir (*Figuras 10, 11, 12, 13 e 14*).

Figura 11: Interface da WebQuest produzida.



Fonte: Produção própria.

A *Figura 11* mostra a interface da *WebqQuest*, a *WebQNano*, como pode ser visto no canto superior esquerdo. Na parte superior a direita estão os menus de navegação, incluindo as páginas: introdução, recursos, processos avaliação, conclusão e créditos. O site está disponível na rede web através do seguinte endereço eletrônico: <<https://sites.google.com/view/webquestnanotecnologia>>. Na “Introdução”, *Figura 12*, consta a apresentação geral, situando o leitor num contexto, apresentando uma problemática e caminhos para uma solução; utilizamo-nos de manchetes de jornais de abrangência nacional para fortalecer a problemática. Na página “Tarefas”, estão descritas as atividades que os estudantes devem realizar; a temática foi abordada por meio de situação-problema obedecendo aos critérios de Schmitz e Alvez-Filho (2004), segundo os quais uma situação-problema deve ser percebida pelos alunos como um problema adaptado ao nível de conhecimento dos alunos, suficientemente instigador para que os alunos sintam a necessidade de abordá-lo, executável no intervalo de tempo disponível, passível de abordagem interdisciplinar e percebido como algo importante extraclasse.

Diante disso, foram elaboradas duas atividades; a primeira põe o aluno no papel de um cientista e ele deve apresentar uma solução para o tratamento de um curso d’água utilizando conhecimentos de nanotecnologia; e, na segunda, o aluno assume a função de professor, para o qual é solicitado propor uma aula de Química que inclua, obrigatoriamente, um experimento ou um modelo concreto com base nos conhecimentos de N&N que são conteúdo da tarefa. As duas situações-problema são apresentadas a seguir:

Figura 12: Interfaces das páginas “Introdução” e “Tarefas”.

INTRODUÇÃO

A água é, provavelmente, o recurso natural mais presente nos vários aspectos das nossas vidas; necessária ao desenvolvimento agrícola e industrial ou incluso em rituais culturais, é essencial tanto como componente bioquímico nos seres vivos, quanto meio de vida de inúmeras espécies vegetais e animais. Ainda na Antiguidade, foi elemento representativo de perspectivas filosóficas e, até hoje, é vital para a produção final e intermediária de bens de consumo. (BRASIL DAS ÁGUAS, 2013)

veja Rio em Brumadinho está contaminado com metais pesados; lama correu 100 km

Água do Rio Parapeba, que corta a cidade mineira, apresenta riscos à saúde humana e animal, lama desce a uma velocidade de 10 km/h

FOLHA Metais pesados contaminaram rio Parapeba

Diante dessa problemática, várias alternativas para a resolução deste problema tem sido propostas pelos cientistas, dentre as quais, a utilização da nanotecnologia aplicado à depolição de lagos e rios.

Em poucos meses, cientista depolui lago por completo usando nanotecnologia

Nanotecnologia é usada para remover substâncias e depoluir rios e lagos

Dentre as várias possibilidades, a tecnologia magnética criada com recurso do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações tem alto poder de adsorção e poderia ser usada, por exemplo, para ajudar na depolição do rio Doce e seus afluentes, contaminados pela lama no rompimento da barragem de Mariana (MG), há dois anos.

O projeto, que custou cerca de R\$ 300 mil, incluiu o desenvolvimento de processos de fabricação em escala industrial de nanopartículas para remoção de sub-tâncias e tratamento de efluentes. “Este é um material capaz de capturar diferentes tipos de substâncias das águas, como pesticidas, hormônios e metais pesados (cádmio, cromo e mercúrio). Com a técnica de adsorção, é possível remover praticamente todos os poluentes da água de uma maneira bastante eficiente”, explica o coordenador do projeto, Koiti Araki, do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Nanociências e Nanotecnologia da USP. Para ele, há, no Brasil, vários locais onde a tecnologia poderia ser aproveitada.

TAREFAS

AGORA O PESQUISADOR É VOCÊ!

ATIVIDADE 1

A aplicação e Investigação de nanotecnologias para tratamento de água, com objetivo de potabilização, desalinização e / ou depolição, no Brasil, tem como foco principal a potencialidade da remediação ambiental.

Que você integre um dos grupos de pesquisa em nanotecnologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), campus de Serra Talhada, ao qual a cidade solicitou uma proposta de remediação ambiental do principal rio que passa pela cidade. Uma equipe de técnicos da federação descobriu o grupo ou o resultado da análise prévia da água, de acordo com o qual foi constatada a presença de poluentes em concentrações acima das legalmente aceitáveis. Junte-se à sua equipe e mãos à obra! Elabore uma proposta de descontaminação para curar a água. Você são livres para especificar o tipo de poluente neste caso, mas devem indicar claramente a técnica e o nanomaterial que usam nenhum processo de tratamento e apresentar as características / características da tecnologia que justificam a escolha do grupo.

AGORA O PROFESSOR É VOCÊ!

ATIVIDADE 2

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM) apontam que “temas relevantes e atuais mereçam atenção, como nanotecnologia, além de outros assuntos importantes em relação a assuntos locais” (BRASIL, 2006, p. 26). Além disso, ressalta-se que a nanotecnologia deve ser um tema abordado no âmbito das disciplinas de Ciências da Natureza.

Imagine que, no início de um novo ano letivo, ao entender o currículo da 1ª série do Ensino Médio, você precise discutir com os alunos o respeito pelas propriedades da matéria. Nesse contexto, o tema “Nanociência e nanotecnologia” parece ser um tema muito apropriado, então você decide dedicar duas aulas (100 min.) à discussão sobre o assunto. Elabore um plano de aula para o tempo estimado, considerando um total de 40 alunos que frequentam a escola no turno matutino, dentre os quais há um aluno turco, e inclua entre as atividades planejadas para a preparação de um produto prático / físico (leparência ou modelo) - que pode ser apresentado como parte desta tarefa.

Fonte: Produção própria.

Atividade 01 — Considerando que você integre um dos grupos de pesquisa em nanotecnologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), campus de Serra Talhada, ao qual prefeitura da cidade solicitou uma proposta de remediação ambiental do principal rio que passa pela cidade. A equipe de técnicos da prefeitura encaminhou para o grupo o resultado da análise prévia da água, de acordo com a qual foi constatada a presença de poluentes em concentrações acima das legalmente aceitáveis. Junte a sua equipe e mãos à obra! Elabore uma proposta de descontaminação do curso d'água. Vocês são livres para especificar o tipo de poluente neste caso, contudo, devem indicar claramente a técnica e o nanomaterial utilizados no processo de tratamento e apresentar as características/propriedades da tecnologia que justificam a escolha do grupo.

Atividade 02 — Imagine que, no início de um novo ano letivo, atendendo ao currículo da 1ª série do Ensino Médio, você precise discutir com os alunos a respeito das propriedades da matéria. Nesse contexto, o tema “Nanociência e Nanotecnologia” parece ser um tema muito apropriado, então você decide destinar duas aulas (100 min.) à discussão daquele. Elabore um plano de aula para o tempo estimado, consi-

derando um total de 40 alunos que frequentam a escola no turno matutino, dentre os quais há um estudante surdo, e incluindo entre as atividades planejadas a elaboração de um produto prático/físico (experimento ou modelo) — que deverá ser apresentado como parte desta tarefa.

Na página de recursos, estão disponíveis os materiais de referência de que os alunos deveriam utilizar-se na resolução das atividades; dividimos em três seções para facilitar a pesquisa dos estudantes, bem como deixar um aspecto mais limpo e agradável. Em cada seção, o conteúdo pode ser acessado através de um clique no *hiperlink*, redirecionando-o para a página do arquivo. Esses *links* contém as informações necessárias para resolução das atividades propostas. De modo a facilitar as execuções e orientar os alunos, na página de processos foram estabelecidas as orientações para realização das atividades (*Figura 12*).

Figura 13: Interfaces das páginas “Recursos” e “Processos”.

RECURSOS

CONHECENDO UM POUCO SOBRE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA

[Sobre um mundo muito pequeno...](#)

[Nanotecnologia na sala de aula](#)

[Experimentando a nanociência](#)

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

[Os riscos de contaminação](#)

[Impactos socioambientais](#)

[Comportamento dos metais pesados nos ecossistemas](#)

Aplicações da Nanotecnologia

[Nanotecnologia e água no Brasil](#)

[Nanopartículas para remediação ambiental](#)

[A application of nanoestruturas](#)

[Sistema nanotecnológico](#)

PROCESSOS

Para o desenvolvimento das atividades, você irá trabalhar em trio. Monte seu grupo de ensino/pesquisa, defina as funções de cada membro, conforme as necessidades do grupo, e comunique ao professor.

Lembre-se de utilizar os recursos disponibilizados para a efetivação das tarefas propostas; eles são seu material de referência.

Plágios não serão tolerados!

Ao fim das atividades, seu grupo deverá:

Apresentar uma proposta de remediação ambiental utilizando a nanotecnologia (documento impresso) para defesa.

Apresentar um plano de aula que inclua, necessariamente, um experimento ou modelo físico (bidimensional, tridimensional, virtual, etc.), cujo uso em sala de aula deve ser demonstrado.

Fonte: Produção própria.

Na página de avaliação (*Figura 14*), consta o quadro com os critérios de avaliação com descritores e pontuação associada. Na conclusão, está explicitada a nossa expectativa em relação às atividades desenvolvidas pelos discentes e uma reflexão a respeito da experiência em utilizar a *WebQuest*, incluindo a contribuição desta para a compreensão dos princípios da nanotecnologia. Finalizando, na página dos

créditos (Figura 14), estão os endereços de e-mail para contatar os responsáveis sobre quaisquer dúvidas relativas ao desenvolvimento das atividades.

Figura 14: Interface da página avaliação e conclusão.



As tarefas desenvolvidas serão avaliadas no âmbito da disciplina de Trabalho de Pesquisa em Química A, como parte da 2ª Verificação de Aprendizagem. Você será avaliado de acordo com os critérios apresentados no quadro abaixo.

| | (1) BOM | (2) MUITO BOM | (3) ÓTIMO | (4) EXCELENTE | PONTUAÇÃO |
|--|--|---|--|---|-----------|
| O estudante expõe com clareza os conceitos dimensionais do material ministrado ou sua própria interpretação? O estudante faz uso de algum modelo para fazer a informação mais clara? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| O estudante explica com clareza os conceitos científicos relacionados às propriedades de dentro da nanotecnologia e da nanotecnologia? O estudante faz uso de algum modelo para fazer a informação mais clara? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| O estudante expõe com clareza a noção de nanotecnologia e a sua funcionalidade? A concepção é uma criação individual viável? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| O estudante apresenta as informações de forma clara, com coerência e em tempo hábil? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| O modelo de que o estudante faz uso é apropriado para aplicação em sala de aula e ajuda a compreender a noção de nanotecnologia? | Descrição de características que refletem um nível elementar de compreensão. | Descrição de características que refletem domínio satisfatório do conhecimento. | Descrição de características que refletem pleno domínio do conhecimento. | Descrição de características que refletem alto nível de conhecimento. | |
| SOMATÓRIO DAS PONTUAÇÕES OBTIDAS A PARTIR DOS CRITÉRIOS INDIVIDUAIS ANALISADOS | | | | | |



PARABÉNS, VOCÊ FINALIZOU TODAS AS TAREFAS!

Ao longo da execução das tarefas desta WebQuest, foi possível desenvolver uma melhor compreensão sobre os princípios da nanotecnologia na direção de uma alfabetização científica e tecnológica capacitante. Enquanto professores, devemos estimular os alunos a buscar, também, conhecimentos sobre as inovações na ciência e enxergar a tecnologia como parte indispensável para a construção do futuro.

AGORA, PARE E PENSE...

O que você achou da experiência com a WebQuest?
Esta atividade contribuiu para que você compreendesse melhor os princípios da nanotecnologia e o progresso científico? De que maneira?
Quais os pontos positivos e negativos que você pôde detectar ao longo desse exercício?

Fonte: Produção própria.

Figura 15: Interface da página “Créditos”.



DÚVIDAS?

| |
|---|
| José Lucena Nunes da Silva e-mail: lucenanunes@hotmail.com |
| Prof. Hemerson Henrique Ferreira do Nascimento e-mail: hemerson.ufrpe@gmail.com |
| Profª Dra. Maria Suelly Costa da Câmara e-mail: suelymcc@hotmail.com |



Fonte: Produção própria.

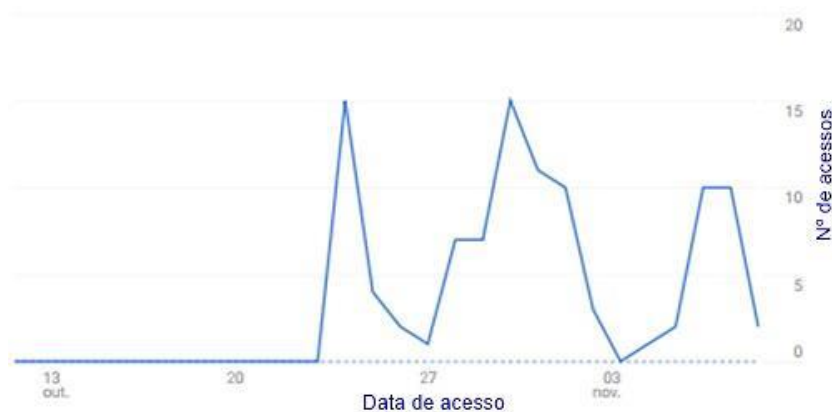
4.2 Panorama do tráfego de acesso à WQ

A internet facilitou e potencializou o acesso à informação, porém, a utilização daquela de forma coerente ainda é um desafio. Ao escolher atividades pautadas na utilização desse recurso, é preciso tomar muito cuidado para que o aluno não desvie a sua atenção dos objetivos de aprendizagem. Dessa forma, Moran, Masetto e Behrens (2007) alertam sobre os cuidados que devem ser tomados ao ensinar utilizando da Internet:

Ensinar utilizando a Internet exige uma forte dose de atenção do professor. [...] Diante de tantas possibilidades de busca, a própria navegação se torna mais sedutora do que o necessário trabalho de interpretação. Os alunos tendem a dispersar-se diante de tantas conexões possíveis, de endereços dentro de outros endereços, de imagens e textos que se sucedem ininterruptamente. Tendem a acumular muitos textos, lugares, ideias, que ficam gravados, impressos, anotados. Colocam os endereços, os artigos uns ao lado dos outros, sem a devida triagem (MORAN, MASETTO e BEHRENS, 2000, p. 52).

Diante disso, a WQ surge como possível solução para que os professores organizem os recursos disponíveis na Internet, evitando, por exemplo, o uso de fontes inadequadas; ainda assim, é evidente a necessidade de um acompanhamento para evitar que alguns desses problemas venham a acontecer. Na tentativa de entendermos de que modo os alunos utilizavam a *WebQuest* recorremos a uma ferramenta do próprio sistema, o *Google Analytics*, que possibilitou analisar as tendências de uso da ferramenta pelos licenciandos ao longo do tempo.

Gráfico 2: tráfego de acesso ao longo do tempo.



Fonte: *Google Analytics*

O *Gráfico 2* acima apresenta o tráfego de acesso dos usuários no intervalo de tempo; entre os dias 20 e 27 do mês de outubro de 2019, observa-se um dos maiores picos registrados, referente ao dia 24 de outubro, data de apresentação da estratégia *webquest* aos alunos. Considerando que as propostas dos licenciandos, relativas as atividades, foram apresentadas nos dias 01, 07 e 08 de novembro de 2019, nota-se que os dias que antecedem cada apresentação dos resultados por equipe foram aqueles em que mais houve acessos, indicando pouca interação por parte dos alunos com *WQ* — ou apenas quando lhes pareceu estritamente necessário.

Tabela 2: Número de acesso por páginas.

| Página | Exibições de Páginas |
|---------------|-----------------------------|
| Introdução | 115 |
| Tarefas | 78 |
| Recursos | 35 |
| Processos | 22 |
| Avaliação | 21 |
| Conclusão | 18 |
| Créditos | 14 |

Fonte: *Google Analytics*.

A *Tabela 2*, anterior, mostra o número total de acessos para cada menu até a data da última apresentação; como ilustrado, a página “Introdução” registrou o maior número de acessos, seguida das “Tarefas” e “Recursos”. Como era de se esperar, a introdução alcançou o maior número de visualizações, o que pode ser explicado tanto pelo endereço eletrônico que redireciona o visitante para a página inicial, quanto pelo fato dos alunos necessitarem retomar ao contexto para melhor entendimento de cada tarefa. Quanto aos recursos, percebemos, ao analisar suas propostas, que os participantes utilizaram-se, tanto das referências disponibilizadas na *WQ*, fontes primárias, quanto de fontes secundárias, ou seja, aquelas acessíveis a partir das fontes primárias indicadas. Ainda, o *Gráfico 3*, a seguir, traz porcentagens por tipo de dispositivo de acesso, revelando que os discentes utilizaram muito mais os aparelhos celulares do que os computadores para visualização da *WQ*.

Gráfico 3: Sessão por dispositivo.

Fonte: *Google Analytics*.

Diante do exposto no gráfico acima, percebe-se que o celular pode contribuir, de fato, no processo de ensino-aprendizagem, possibilitando que a aprendizagem aconteça em vários ambientes e em diferentes contextos. Concordamos com Leite (2014) quando este afirmar que “É preciso perceber que esses dispositivos potencializam uma ampla variedade de oportunidades para melhorar a aprendizagem, através da flexibilidade do tempo e do lugar em que ela pode ocorrer” (LEITE, 2014, p. 59). Ainda assim, se faz necessária uma profunda reflexão sobre a utilização e os impactos da inserção dessa tecnologia em sala de aula.

O levantamento desses dados permite-nos ter uma visão geral do público alvo e sua relação com a *WQ*. O entendimento desses aspectos é relevante, pois pode refletir-se no resultado final das atividades, por exemplo, a tendência dos alunos em acessar a página em dias que antecedem sua apresentação influencia a qualidade do produto final que eles deveriam desenvolver.

4.2 Análise Textual Discursiva

O processo de categorização utilizado na sistematização dos dados resulta da etapa de *unitarização*, a primeira da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por

Moraes e Galiazi (2005). As propostas apresentadas pelos discentes para solucionar o problema referente à Atividade 1 estão sintetizadas na Tabela 3.

Tabela 3: Síntese das propostas apresentadas pelos grupos para primeira atividade.

| Grupo | Poluente | Técnica | Nanomaterial |
|--------------|---------------------------------|----------------|--|
| 01 | metais pesados | nanofiltração | membrana semipermeável (poliamida) |
| 02 | pesticidas organoclorados | nanofiltração | membrana (fibra oca) |
| 03 | poluentes orgânicos e metálicos | adsorção | óxido de ferro |
| 04 | Corantes | adsorção | carvão ativado |
| 05 | Chumbo | adsorção | nanopartículas magnéticas de óxido de grafeno |
| 06 | Cianobactérias | adsorção | carvão ativado (bagaço da cana) revestido de nanopartículas de prata |

Fonte: Produção própria.

Dentre os 06 (seis) grupos que apresentaram suas propostas, transcrevemos os áudios e analisamos apenas as interações dos 04 (quatro) que cumpriram o cronograma acertado: grupos 01, 02, 05 e 06. Optamos por essa restrição, desconsiderando os grupos 03 e 04 para fins da ATD, com base no que aponta Rocha (2007, p. 81): “os níveis e seus respectivos processos tornam-se cumulativos, ou seja, uma categoria cognitiva depende da anterior que, por sua vez, dá suporte à seguinte”. Dessa forma, o conhecimento sobre o assunto adquirido a partir das outras apresentações, ajudaria sobremaneira os dois grupos a atingir os mais altos níveis cognitivos por influenciar suas respostas numa possível reformulação do projeto inicial.

Tendo identificado as unidades de significados no *corpus* textual, resultado das propostas de resolução dos alunos para a situação-problema exposta na primeira atividade da *WQ*, classificamo-nas em quatro categorias, a saber:

a) Razão física

[...] é possível visualizar e ao mesmo tempo também manipular estruturas, partículas pequenas em escala nanométricas [...] (Maria, grupo 01).

[...] é como a manipulação de átomo a átomo para chegarmos ao material e assim poder utilizá-los [...] (Gabriel, grupo 05).

As unidades de sentido que dão origem a esta categoria revelam que os licenciandos atribuem o grande feito da nanotecnologia à possibilidade de manipulação dos átomos e moléculas. Atrelado a isso, consideram essencial para definir a nanotecnologia atribuir sentido às falas a partir da escala manométrica, o 10^{-9} m. Desse modo, associam a nanotecnologia apenas ao prefixo “nano”, a sua definição mais simples é dada matematicamente considerando a grandeza física ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Embora tragam em suas palavras a possibilidade manipulação de átomos ou moléculas, não correlacionam à tecnologia que opera em sistemas nanométricos dedicados ao desenvolvimento desta, revelando que para a tecnologia ainda é uma mera aplicação conhecimento.

b) Razão metodológica

[...] e no caso o tamanho das partículas ele é inferior a um micrometro, portanto elas são 13 nanômetros [...] (Giovane, grupo 01)

[...] o produto adquire uma imensa área superficial, os poros formados são da ordem de 10 nanômetros, né, e por isso são chamados de nanoestruturas [...] (Rita, grupo 06).

[...] em escala nanométrica o agente de remediação apresenta uma maior superfície de contato [...] Utilizar um material nanoestruturado para a remoção de poluente em evidentes (Everton, grupo 05).

No que diz respeito aos procedimentos, técnicas e materiais para solucionar o problema exposto na atividade, identificar o tamanho das partículas parece algo fundamental na determinação dos procedimentos a serem utilizados. Escolher um material cujas dimensões estejam entre 1 e 100 nm é suficiente para eficiência da técnica.

ca, de acordo com eles. Diante disso, não relacionam a diminuição do tamanho com os novos efeitos e fenômenos relacionados aos aspectos quânticos.

c) Razão ecológica

[...] afetar^á compartimentos como a hidrosfera onde aumentará a demanda de oxigênio que pode ser biológica ou química é:: dificultando a sobrevivência dos peixes... sofrem reações no metabolismo celulares e causa intoxicação é:: na saúde humana [...] (Lúcia, grupo 01).

[...] cianobactérias produzirem toxinas que são nocivas ao homem, né, podendo atingir o sistema nervoso central e outros danos, né [...] (Rita, grupo 06).

[...] afeta praticamente todos os animais causando bastante dano a todas as espécies (...) para homem pode causar tumores hepáticos (..) alterações neurológicas, auto índice de hematose, rinite alérgica, disfunções gastrointestinais, doenças pulmonares e hepatites. [...] (Felix, grupo 02).

[...] porém através da alimentação beber água até mesmo pelo ar ele pode trazer vários danos para o nosso organismo [...] (Gabriel, grupo 05).

Na determinação do poluente, os alunos mostram uma preocupação com o impacto daqueles ao meio ambiente e à saúde humana. Percebe-se uma inquietação com os riscos ambientais causados pelos despejos inadequados de resíduos tóxicos e prejudiciais ao meio ambiente, acarretando grandes problemas para as populações que necessitam dos recursos naturais como fonte de renda e sobrevivência. A preocupação com o meio ambiente está atrelada à possibilidade de vir a afetar o homem, colocando os humanos como os principais numa escala de importância.

d) Razão econômica

[...] dar um destino ao bagaço da cana de Triunfo e Santa Cruz da Baixa Verde (...) aí tem a questão de preço, custo (...) seria bem mais eficiente e bem mais barato, né. [...] (Rita, grupo 06).

[...] é fácil aquisição e instalação (...) eles podem utilizar materiais reutilizados na verdade [...] (Felix, grupo 02).

[...] hoje em dia e não é muito caro, mas pensando na prefeitura e pensando em trazer algo mais rentável, mais barato, [...] (Everton, grupo 05).

[...] o custo-benefício desse nanorobôs é rentável para a prefeitura de serra talhada e também observar se é possível reutilizar esses nanorobôs depois [...] (Pedro, grupo 05).

Uma das grandes preocupações ao definir o nanomaterial para a intervenção, vai muito além da sua dimensão; percebemos que os alunos buscam uma alternativa que seja economicamente viável, para isso, as soluções encontradas estão centradas no reaproveitamento de materiais de fácil acesso e disponível nas proximidades, e na reutilização dos materiais. Nesse aspecto, percebemos que os alunos consideram que os avanços tecnológicos sofrem influência da sociedade, ao atender as suas necessidades, além disso, os investimentos definem o rumo do desenvolvimento tecnológico.

Partindo da premissa de que a tecnologia moderna não pode ser considerada um mero estudo da técnica, essa primeira atividade possibilitou aos licenciandos construir uma maior compreensão sobre os princípios científicos e tecnológicos da N&N com o fim de promover a junção entre o saber e o fazer (teoria e prática).

4.3 Categoria de acordo com os níveis de domínio característicos de WQ

A segunda atividade colocou os discentes no papel de professor, exigindo que os mesmos apresentassem um plano onde deviam conter obrigatoriamente a elaboração de um produto prático/físico (experimento ou modelo) apresentados na tabela 04.

Tabela 4: Experimentos e modelos propostos pelos grupos.

| Grupo | Tipo de Atividade |
|-------|--|
| 01 | Experimentação — demonstrativa-investigativa |
| 02 | Modelo concreto |

Tabela 5: Experimentos e modelos propostos pelos grupos (cont).

| Grupo | Tipo de Atividade |
|--------------|--|
| 03 | Experimentação — demonstrativa-investigativa |
| 04 | Modelo concreto |
| 05 | Experimentação — simulação em computador |
| 06 | Experimentação — demonstrativa-investigativa |

Fonte: Produção própria.

Nos experimentos caracterizados como demonstrativo-investigativos, os professores (em formação) apresentam, durante a realização das atividades, fenômenos simples que podem ser observados macroscopicamente e, a partir da qual poderá introduzir teorias que estejam relacionados com o que foi observado; os modelos concretos (tridimensionais) apresentaram propostas com objetivo de representar os fenômenos/efeitos ocorridos na nanoescala. As atividades de caráter experimental traziam como objetivos o seguinte:

Grupo 01: Separação de misturas: Separação Magnética... fazer inserção dos princípios da nanotecnologia, em especial: a nanopartículas magnéticas.

Grupo 03: Compreender os conceitos químicos e físicos da matéria identificando suas propriedades.

Grupo 05: Apresentar o conteúdo de densidade que é uma das propriedades da matéria.

Grupo 06: Conhecer a nanotecnologia sua importância e aplicações; compreender a aplicação do nanohidrogel presente nas fraudas descartáveis.

Com esses experimentos, os discentes centraram sua atenção nos fenômenos que podem ser observados macroscopicamente, além disso, apresentam aplicabilidade industrial da nanotecnologia. Todos os experimentos são formas alternativas de abordar o conteúdo com materiais de fácil acesso e baixo custo, não tendo havido necessidade de laboratório. Nesses termos, Tunes (2010) mostra a importância de associar a experimentação à realidade do aluno, uma vez que o ensino deve estar “associado a uma realidade próxima do aluno, na tentativa de conectar as experiências cotidianas com o pensamento reflexivo” (TUNES, 2010, p. 232), pondo fim à

visão estigmatizada que se tem da N&N, de que é necessário um laboratório caro e sofisticado para realizar tais práticas. Os experimentos dos grupos 03 e 05 não cumpriram com o solicitado, além de não articularem a atividade com fenômeno ou teoria (N&N), considerando que “a experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teoria” (SILVA, MACHA-DO e TUNES, 2011, p. 240). A seguir (*Figura 15*), estão as ilustrações dos experimentos:

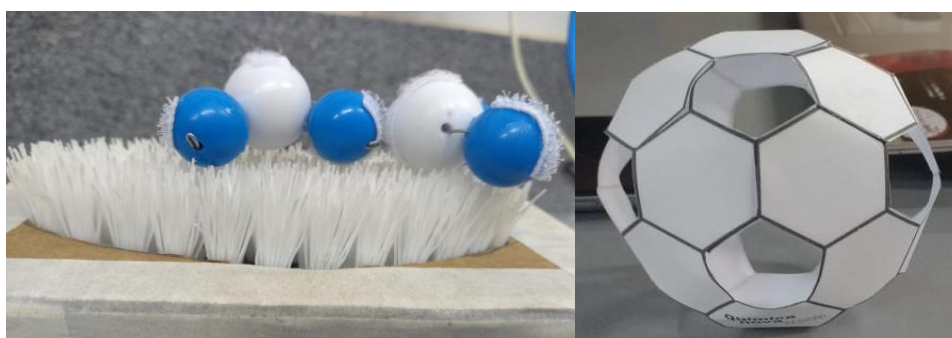
Figura 16: Resultados dos experimentos dos grupos 01 e 06.



Fonte: Produção própria.

Os modelos utilizados pelos grupos 02 e 04 são classificados como modelos concretos tridimensionais (Metodologia); quanto ao *status* ontológico, podemos classificá-los como expressos e consensuais. Segundo Justi (2010), o modelo expresso surge do modelo mental; uma versão desse modelo construído mentalmente pode ser expressada a comunidade, conseqüentemente todo modelo expresso pode tornar-se consensual — desde que a comunidade o aceite —, como pode ser visto a seguir (*Figura 17*):

Figura 17: Modelos apresentados pelos grupos 02 e 04.



Fonte: Produção própria.

Estes modelos tinham por objetivo abordar alguns conceitos fundamentais para o entendimento dos fenômenos ocorridos em nanoescala, assim, os grupos apresentaram os seguintes objetivos:

Grupo 02: Abordar os conceitos fundamentais sobre nanotecnologia e usando ferramentas inclusivas demonstra o fenômeno da superhidrofobicidade presente em alguns materiais.

Grupo 04: Apresentar conceitualmente algumas nanoestruturas, como o grafeno, fulereno e os nanotubos de carbono... compreendendo os conceitos e aplicabilidade de nanociência e nanotecnologia.

Esse tipo de atividade é característico dos modelos utilizados no ensino de Ciências cujo objetivo é conceituar e integrar elementos que conduzam a elaboração do conhecimento científico. Esse tipo é bastante utilizado principalmente para explicar fenômenos físicos e químicos. Nesse sentido, os modelos propostos facilitam a visualização de entidades abstratas (JUSTI, 2010).

Por ser um tema ainda pouco discutido nos cursos de formação de professores é notória a ausência de uma compreensão mais complexa, que exige um tratamento mais interdisciplinar, possibilitando a construção de novos conhecimentos, ampliando a capacidade de compreensão. Essa atividade possibilitou aos discentes discutir e construir conceitos sobre N&N, abrindo caminhos e possibilidades para os futuros docentes estabelecerem relações que envolvam a discussão de transposição didática, por exemplo (SILVA e LOPES, 2015).

De posse dos resultados, pontuamos os grupos de acordo com os critérios alcançados por estes (Quadro 01), a partir de então, estabelecemos uma faixa de pontuação para as categorias de níveis cognitivos proposta por Rocha (2007) (figura 10) . As seguintes categorias foram estabelecidas para os grupos:

Quadro 2: Categorias estabelecidas para os grupos.

| Grupos | Pontuação | Categoria |
|---------------|-----------|--|
| 02 | 18 | <p style="text-align: center;">Avaliação</p> <p>As ações resultantes desse nível são emissão de opiniões, pareceres, julgamentos, recomendações, vereditos, conclusões, investigações e avaliações qualitativas, conseguem argumentar e comparar, ou seja, apresenta características que refletem alto nível de conhecimento.</p> |
| 06 | 16 | <p style="text-align: center;">Síntese</p> <p>Os alunos conseguem reunir elementos de informações para planejar, compor, modificar, percebe-se em seus trabalhos uma teorização e utilização de relacionamentos mais abstratos, ou seja, apresentam características que refletem domínio do conhecimento.</p> |
| 01, 04 | 12 | <p style="text-align: center;">Análise</p> <p>Caracteriza-se por separar uma informação em elementos e componentes, consegue analisar, organiza a informação, reconhece significados e consegue fazer comparações, ou seja, apresenta características que refletem domínio satisfatório do conhecimento.</p> |

Fonte: adaptado de Rocha, 2007.

Na categoria de *análise*, percebemos que os alunos conseguem avaliar o material utilizado, conseguem analisar e organizar as informações de forma mais coerente, reconhecendo alguns significados. Essas descrições refletem características de domínio satisfatório do conhecimento. Os grupos classificados na categoria *síntese* trouxeram um experimento demonstrativo-investigativo mostrando como funciona o processo; nesse sentido, os alunos conseguem reunir elementos de informações para, a partir disso, planejar e compor uma solução, ou seja, estão aptos a estabelecer relacionamentos e analisar princípios organizacionais de um determinado problema — esses elementos são característicos da categoria *síntese*.

O nível mais alto de desenvolvimento, a *avaliação*, caracteriza-se pela transformação das informações, no lugar de apenas reproduzi-las. Os alunos emitem as suas opiniões, fazem investigação e conseguem argumentar e comparar, além disso, expõem de forma clara os aspectos dimensionais dos nanomateriais utilizados,

explicam com clareza os conceitos científicos e trazem modelos para tornar a informação mais clara, tendendo a agir com acurácia e em tempo hábil assim.

A implementação da *WQ* como recurso didático para melhor aproveitamento da Internet apresentou resultados satisfatórios; quatro dos seis grupos ficaram na faixa dos domínios cognitivos característicos de uma *WebQuest*. Para Dodge (1995), uma *WQ* bem desenvolvida deve explorar os mais altos níveis de domínio cognitivo do aluno. Segundo Rocha, “[...] uma *WebQuest* somente poderá servir ao propósito da pesquisa quando a tarefa proposta pelo professor for capaz de atingir os níveis de análise, síntese e avaliação” (ROCHA, 2007, p. 83). Ao atingir os níveis mais elevados, o aluno é capaz de entender a ciências, de fato, dando importância aos seus produtos e processos, alcançando a desejosa alfabetização científica e técnica.

As atividades realizadas tiveram efeito sobre o imaginário dos futuros professores de Química no que diz respeito às possibilidades, abrindo uma reflexão profunda sobre os conteúdos abordados e as propostas metodológicas no ensino. Nessa perspectiva, ao desenvolver atividades que possibilitem que o estudante colete, organize, relacione, discuta e debata as informações com colegas e o professor, faz com que o aluno incorpore esse conhecimento ao seu mundo, contribuindo para uma aprendizagem significativa fazendo real a alfabetização científica (VIVEIROS e CAMPOS, 2009; LIMA e ALMEIDA, 2012).

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho elaboramos e implementamos uma *WebQuest* sobre Nanociência e Nanotecnologia a partir de atividades investigativas que exigiam dos alunos o pensar, falar, fazer e escrever, envolvendo-os nas várias dimensões do fazer ciências e *sobre* ciências, e contribuindo para o desenvolvimento da alfabetização ci-entífica. A *WQ* produzida teve uma boa aceitação por parte dos alunos, mostrando-se uma ferramenta pedagógica adequada para organizar as fontes advindas da Internet e estimular a aprendizagem, auxiliando aos alunos a estabelecer relações entre os conceitos escolares.

Nesse sentido, a *WQ* mostrou-se um ambiente que permite uma grande interação e com grande potencial na construção do conhecimento, além de desenvolver a autonomia do aprendiz. Conforme observado obtivemos resultados satisfatórios, quase todos os grupos atingiram os níveis mais altos do conhecimento cognitivo objetivo central de um *WQ* e, apesar da dificuldade relatada pelos alunos quanto à temática, os participantes mostraram-se dispostos e desafiados a buscar uma solução para o caso. Percebemos que houve uma dificuldade maior em relacionar a N&N com conteúdos escolares, revelando a necessidade de discutir essa temática nos cursos de formação de professores, além do desenvolvimento de materiais didáticos instrucionais para o trabalho com os professores em formação e pelos docentes em exercício do magistério.

Diante disso, a intervenção parece ter dado aos futuros professores a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre o assunto, possibilitou a construção de novos conhecimentos, de modo que eles poderão vir a trabalhar esse tema em suas aulas, desenvolvendo propostas de ensino sobre N&N também. No tocante à estratégia *WebQuest* atrelada a um tema de relevância científica e tecnológica, ela contribuiu, sim, para que os futuros professores pudessem ter um maior entendimento do mundo, e os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade, ajudando-nos a compreender o mundo e suas transformações, contribuindo com a formação de cidadão cientificamente alfabetizado e capazes. Diante desse contexto, é extrema importância que incorporem as inovações científico-tecnológicas, isto é, indica-se incorporar o saber científico à vida cotidiana, tornando um cidadão crítico e preparado a sociedade tecnologia que vivemos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Cartilha sobre Nanotecnologia**. 2010. 58 p.

ARREAZA, A. L. V; MORAES, J. C. de. Contribuição teórico-conceitual para a pesquisa avaliativa no contexto de vigilância da saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Santos, v. 55, n. 5, p. 2627-2638, 2010.

BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de actividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. 561 p. Tese de doutoramento, Educação (Didáctica das Ciências), 2010, Universidade de Lisboa, Instituto de Educação.

BASTOS, F.; NARDI, R. (Orgs.). **Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de ciências**: contribuições da pesquisa na área. São Paulo, SP: Escrituras, 2009, 384 p. (Educação para a Ciência).

BERNARDINELLI, S. **Nanotecnologia verde em uma perspectiva CTSA**: análise de uma proposta didática webquest para a alfabetização científica na educação básica. 2014. 95 f. (Mestrado em Química) — Universidade Federal de São Carlos, SP. 2014.

BERTI, L. Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio. **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações**, p. 48, 2018.

BEZERRA, D. A. **Utilizando quadrinhos como motivação para introdução da nanotecnologia na educação básica através da construção de uma escala decimal**. 2014. 44 f. Monografia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino médio**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da educação básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, v. 2., 2016, 135 p.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**: educação é a base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 05 set. 2019.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2011. 263p.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aulas. *In*: SANTOS, F.M.T; GRECA, I. M.

(orgs.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**, Ijuí: Editora Unijuí, 2006. p. 13-48.

CARVALHO JÚNIOR, J. R. "**Webquest: percepções sobre uma ferramenta metodológica de ensino no desenvolvimento da leitura hipertextual digital**". 2018. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 22 mar. 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/2529>>. Acesso em: 16 set. 2019.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, jan./fev./mar./abr. 2003.

CHEVALLARD, Y. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v. 3, n. 2, p. 1-14, mai/ago 2013.

CHINN, C. A.; MALHOTRA, B. A. Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. **Science Education**, v. 86, n. 2, p. 175–218, 2002.

DIAS, R. D. WebQuests: tecnologias, multiletramentos e a formação do professor de inglês para a era do ciberespaço. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, Belo Horizonte, v. 12, n. 4, p. 861-881, 2012.

DODGE, B. **WebQuests**: a technique for internet-based learning. *The Distance Educator*, v.1, n. 2, p. 10-13, 1995.

_____. FOCUS: five rules for writing a great webquest. **Learning & Leading with Technology**, v. 28, n. 8, p. 6-9, 2001.

FEYNMAN, R. P. Há mais espaços lá embaixo. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científica**, n. 18, p. 137-155, ago. 2004.

FRANCISQUINI, E.; SCHOENMAKER, J.; SOUZA, J. A. **Química supramolecular e nanotecnologia**. São Paulo: Atheneu, 2014, 269 p.

JACOBI, M. M., **O admirável mundo nano**: nanociência e nanotecnologia. 2017. Disponível em: <<http://www.sltcaucho.org/nanociencia-e-nanotecnologia-marly-jacobi/>>. Acesso em: 15 set. 2019.

JESUS, I. P de; LORENZETTI, L; HIGA, I. A abordagem CTS em propostas de ensino da nanotecnologia. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10. 2015, Águas de Lindoia, SP: **Anais...** Águas de Lindoia, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino das Ciências (ABRAPEC), 2015.

JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química. *In*: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. M. (org). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p. 209- 230.

KOSTOFF, R. N.; KOYTSCHEFF, R. G.; LAU, C. G. Y. Global nanotechnology research literature overview. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 9, p. 1733-1747, 2007.

LEITE, B. S. M-learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no ensino de química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 3, p. 55-68, 2014.

LEITE, B. S.; LEÃO M. C. Considerações sobre WebQuests e FlexQuests no ensino de química. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 0, n. extra, p. 1585-1590, 2017.

LIMA, M. C. A.; ALMEIDA, M. J. P. M. Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.

LÜDCKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARANHÃO, R. A. de. **História da nanotecnologia**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 25. 2002, Poços de Caldas, MG: **Anais...** Poços de Caldas, MG: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), p. 23-25, 2002.

MARCUSCHI, L. A. **Análise da conversação**. 5. ed. 6. reimp. São Paulo, SP: Ática, 2003. 93 p.

MARTINS, M. **Nissan apresenta carro conceito que não suja**. 2014. Disponível em: <<https://www.campograndenews.com.br/veiculos/nissan-apresenta-carro-conceito-que-nao-suja>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

MELO JÚNIOR, M. A.; SANTOS, L. S. S.; GONÇALVES, M. C.; NOGUEIRA, A. F. Preparação de nanopartículas de prata e ouro: um método simples para a introdução da nanociência em laboratório de ensino. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 9, p. 1872–1878, 2012.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**: Bauru, SP, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v.12, n.1, p.117-128, 2006.

MORAN, J. M; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas, SP: Papirus, 2000, 176 p.

MUEHLMANN, L.A. **Superfícies super-hidrofóbicas nanoestruturadas e o efeito lótus**. 2012. Disponível em: <<http://nanohoje.blogspot.com/2012/02/superficies-super-hidrofobicas.html>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

NASCIMENTO, H. H. F. **Aspectos epistemológicos e historiográficos da derrubada da teoria do flogístico**: o uso da metodologia de estudos de caso históricos na formação inicial de professores de química. 2014. 256 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

OLIVEIRA, Ó. A.; FERNANDES, J. D. G. **Arquitetura atômica e molecular: evolução dos modelos atômicos de Leucipo a Rutherford**. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/denilsonmaia/evolucao-dos-modelos-atomicos>>. Acesso em: 20 out. 2019.

PAULINI-JESUS, I.; HIGA, I.; LORENZETTI, L. A abordagem CTS em propostas de ensino da nanotecnologia. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10. 2015, Águas de Lindóia, SP: **Anais...** Águas de Lindóia, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino das Ciências (ABRAPEC), p. 1–8, 2015.

PHYS.ORG. **Analysis confirms that nano-related research has strong multidisciplinary roots**. 2009. Disponível em: <<https://phys.org/news/2009-09-analysis-nano-related-strong-multidisciplinary-roots.html>>. Acesso em: 29 out. 2019

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

REBELLO, G. A. F. et al. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 01, p. 03-09, 2012.

ROCO, M. C. Broader societal issues of nanotechnology. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 5, n. 3-4, p. 181-189, 2003.

ROCHA, L. R. **A concepção de pesquisa no cotidiano escolar: possibilidades de utilização da metodologia WebQuest na educação pela pesquisa**. 2007. 214 p. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Educação), Curitiba — Universidade Federal do Paraná, PR.

SANTOS, G.; NIHEI, O. K. Nanotecnologia no ensino de ciências: integrando o saber científico de ponta no ensino fundamental. **Cadernos PDE**. v. 1, , 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

_____. **Ensino por investigação: pressupostos e práticas**. Catalogação da publicação na fonte: USP/Biblioteca Digital, p. 116-124, [s.d.]. (Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de ciências: a sala de aula).

_____.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigação em ciências**. v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCHMITZ, C.; ALVEZ-FILHO, J. P. Ilha de racionalidade e a situação problema: o desafio inicial. *In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 9. 2004, Jaboticatubas MG: **Anais...** Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

SCHULZ, P. A. Há mais história lá embaixo: um convite para rever uma palestra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 4, p. 1-5, 2018.

SILVA, D. G da.; TOMA, H. E. **Nanotecnologia para todos! Cartilha educativa para divulgação e ensino da nanotecnologia**. São Paulo: Edição dos autores, 2018. 72p.

SILVA, I. G. S. S.; LEÃO, M. B. C.; SOUZA, N. F. de. Promoção de flexibilidade cognitiva e interdisciplinaridade através da FlexQuest: uma plataforma web 2.0. *In: Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa*, 4. 2015, Aracajú, SE: **Anais...** Aracajú, SE: Universidade de Tiradentes, 2015.

SILVA, N. C. S.; ADÃO NETO, M. M.; SILVA, G. C.; DINLÓLA, I. C. S. Caracterização de nanopartículas magnéticas para remediação ambiental. **Revista Scientia Amazônia**, v. 7, n. 3, p.1-8, 2018.

SILVA, P. R.; LOPES, J. G. S. Nanociência, nanotecnologia e ensino de ciências: um tema a ser discutido na formação de professores. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10. 2015, Águas de Lindóia, SP: **Anais...** Águas de Lindóia, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino das Ciências (ABRAPEC), 2015.

SILVA, R. R.; MACHADO. P. F. L.; TUNES. L. Experimentar sem medo de errar. *In: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. M. (org). Ensino de Química em foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p. 231- 261.

SILVEIRA, S. M. B.; FALADORI, G. Nanotecnologia e água no Brasil. **Acta Scientiarum. Human and Social Science**, v. 38, n. 2, p. 156-161, 2006.

SOUZA, W. D. M. **Efeito lótus**: a tecnologia que proporciona autolimpeza para as superfícies. 2015. Disponível em: <<https://betaeq.com.br/index.php/2015/10/24/efeito-lotus-a-tecnologia-que-proporciona-autolimpeza-para-as-superficies/>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

TOMA, E. H. **O Mundo Nanométrico: a dimensão do novo século**, Oficina de Texto, São Paulo, 2004.

VIVERO, A. V.; CAMPOS, L. M. L. Estratégias de ensino na formação de professores de ciências: investigando alguns aspectos da prática docente. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7. 2009, Florianópolis, SC: **Anais...** Florianópolis, SC: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino das Ciências (ABRAPEC), p. 8-13, 2009.

VIGOTSKY, L. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 182 p. (Psicologia e pedagogia). Traduzido de: Mind in society: the development of higher psychological processes.

XAVIER, K. **WebQuest**: uma metodologia para a pesquisa escolar por meio da internet. São Paulo, SP: Edgar Blucher, 2008, 108 p.

ZHENG, R.; STUCKY, B.; MCALACK, M.; MENCHANA, M.; STODDART, S. Webquest learning as perceived by higher-education learners. **TechTrends**, v. 49, n. 4, p. 41-49, 2005.

APÊNDICE A: TERMO DE COMPROMISSO

TERMO DE COMPROMISSO

Eu, _____, abaixo assinado, autorizo que os trabalhos realizados por mim na disciplina Trabalhos de Pesquisa em Química A (QUIM 5043), cursada no segundo semestre letivo de 2019, sejam divulgados em trabalho de monografia, comunicações científicas orais ou escritas, em congressos e periódicos, resguardando a minha identidade.

Serra Talhada, _____ de _____ de _____.

Estudante participante

Eu, José Lucena Nunes da Silva, abaixo assinado, comprometo-me a manter em sigilo a identidade do estudante identificado ao lado, ao utilizar seus trabalhos realizados na disciplina informada como dados de pesquisa de trabalho de conclusão de curso, comunicação científica, em congresso e periódicos.

Serra Talhada, _____ de _____ de _____.

Pesquisador responsável

APÊNDICE B: FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DO ESTUDANTE

Nome: _____

Data de nascimento: ___/___/____ Sexo: () Masculino () Feminino

Telefone/Celular: (___) _____ - _____ e-mail: _____

Curso: _____ IES (sigla): _____

Ano de ingresso no curso: _____ Semestre de ingresso: () 1º () 2º

Semestre em curso (aproximado): _____

O que você entende por nanociência? Se possível, dê exemplos de aplicações da nanotecnologia.

Qual a sua expectativa em relação à disciplina Trabalhos de Pesquisa em Química A?

Você aceita participar da pesquisa desenvolvida nesta disciplina desde que seja mantido o devido sigilo quanto a sua participação?
