

**UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE CITOLOGIA E NANOTECNOLOGIA: UM  
NOVO OLHAR AO SÉCULO XXI**  
(Unit of Learning on Cytology and Nanotechnology: a new look to the XXI Century)

**Carmem Regina da Silva Pereira** [[carminharspereira@yahoo.com.br](mailto:carminharspereira@yahoo.com.br)]

Mestrado em Educação em Ciências e Matemática/ PUCRS

**Nara Regina de Souza Basso** [[nrbass@pucrs.br](mailto:nrbass@pucrs.br)]

Faculdade de Química e Mestrado em Educação em Ciências e Matemática/ PUCRS

**Regina Maria Rabello Borges** [[rborges@pucrs.br](mailto:rborges@pucrs.br)]

Faculdade de Biociências e Mestrado em Educação em Ciências e Matemática/ PUCRS

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Av. Ipiranga, 6681 - Partenon - Porto Alegre/RS - CEP: 90619-900

### **Resumo**

Este artigo apresenta um estudo voltado à Educação em Ciências no século XXI, com ênfase em atividades que envolvam ensino e aprendizagem de Biologia de modo integrado a assuntos atuais, levando o saber para além da sala de aula. Neste contexto, é apresentado o relato de uma Unidade de Aprendizagem, *Nanotecnologia e Citologia*, que foi desenvolvida junto a uma turma de licenciandos em Ciências Biológicas, considerando a necessidade de atualização constante dos professores, tanto na formação inicial como em sua educação continuada.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia. Citologia. Educação em Ciências. Formação de Professores.

### **Abstract**

This paper presents a study for Science Education in the 21<sup>st</sup> century, with emphasis on activities involving teaching and learning of Biology in an integrated manner to current affairs, taking knowledge beyond the classroom. In this context, is presented the report of a Unit of Learning, *Nanotechnology and Cytology*, which was developed next to a class of students in Biological Sciences, considering the need for constant updating of teachers, both in training and in their continuing education.

**Keywords:** Nanotechnology. Cytology. Science Education. Training of Teachers.

### **Introdução**

No estudo da Citologia, há uma extensa lista de conceitos inter-relacionados: matéria, energia, vida, biomolécula, glúcídios, lipídios, hialoplasma, organelas, imunidade, genética, reprodução, mutações e muitos outros. Bem mais extensa, é claro, é a lista de conceitos ligados à Biologia como um todo. Por isto há necessidade de selecionar temas biológicos integradores, como recomendam os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2006), destacando, para isto, a evolução.

Refletindo sobre a natureza e o sentido do currículo de Biologia, Palmero & Acosta (2003) analisam a organização do conteúdo de Citologia a partir de diferentes modelos teóricos. Focalizam, em especial, a Biologia Celular, e criticam a ênfase em aspectos bioquímicos (composição química

da célula) em detrimento à citologia propriamente dita (estrutura, fisiologia e comportamento das células). Em entrevista realizada no ano de 2001, adaptada a um capítulo de livro, El-Hani (2007) manifesta a mesma impressão: a partir de meados do século XX, sob influência da biologia molecular, as ciências biológicas passaram a privilegiar demais as explicações moleculares. Isto pode ser conferido em Cooper (2001). Mas o essencial seria enfatizar a organização viva, ou seja, os padrões de organização dos seres vivos, segundo El-Hani (2007), pois isto permitiria entender melhor o fenômeno da vida, os processos que a caracterizam e a natureza da biologia como ciência.

Entretanto, para introduzir o estudo da Citologia no ensino médio, em aulas de Biologia, poderia haver algo mais que despertasse o interesse e a curiosidade dos estudantes. Por que não uma integração com a nanotecnologia? É o que propõe o presente artigo.

Mas o que é a nanotecnologia? E a nanociência?

O Instituto Latino-americano de Estudos Avançados (ILEA, 2009), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), resume uma resposta:

Essencialmente, a nanociência é o estudo de fenômenos e a manipulação de materiais nas escalas atômicas, moleculares e macromoleculares (dimensões da ordem de nanômetros:  $10^{-9}$  m). A nanotecnologia é a aplicação de estruturas e dispositivos nanométricos a partir do controle das propriedades físicas e químicas emergentes dos sistemas nanoscópicos. (ILEA, 2009)

Em todo o mundo há pesquisas voltadas à compreensão dos mecanismos pelos quais átomos e moléculas interagem, pois isto determina o comportamento da matéria. Como as estruturas nanométricas são agregados atômicos e moleculares de poucas partículas, suas propriedades físicas e químicas são novas e inesperadas, ocorrendo mudanças de propriedades dos materiais (químicas, ópticas, elétricas, magnéticas, mecânicas e outras). O artigo acima mencionado (ILEA, 2009) aprofunda as razões para isto e esclarece o caráter estratégico da nanotecnologia, que tem levado a grandes investimentos em pesquisas.

É importante conhecer também o histórico, desde os primórdios dessa nova área da ciência até a atualidade (Santos, 2007), possíveis riscos (Schütz & Wiedemann, 2008) e questões éticas (Kawasaki, 2005; Oliveira, 2005), além de acessar notícias atualizadas publicadas em periódicos.

Há disponibilidade de subsídios. Atualmente, no Brasil encontram-se muitas publicações sobre nanotecnologia, como as apresentadas pelo Centro de Nanotecnologia e Nanociência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e pela Rede de Nanotecnologia da USP – Universidade de São Paulo. Além disso, há pesquisas em nanotecnologia sendo desenvolvidas na área de Biologia Celular e Molecular publicadas em revistas internacionais importantes, como Nature; Nature Biotechnology; Nature Reviews; Drug Discovery; Nature Reviews Molecular cell Biology; Nature Structural & Molecular Biology; Nature Materials e Nature Reviews Câncer.

A UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas/ SP – idealizou um projeto chamado “*NanoAventura*”, inaugurado em abril de 2005, com iniciativa do Museu Exploratório de Campinas – SP. Naquele espaço há diversas atividades envolvendo nanotecnologia e nanociência para escolas, como vídeos, animações e jogos, possibilitando conhecer essa ciência interativamente. Além disso, há na internet uma página sobre o projeto com informações para quem quiser visitar aquele espaço.

Em especial se integrado a uma abordagem que relacione ciência, tecnologia e sociedade (Auler & Bazzo, 2001; Pinheiro et al., 2007), este é um tema inovador a ser introduzido no sistema educacional, tendo em vista uma educação adequada ao século XXI.

Nesse sentido, buscou-se estabelecer conexões entre nanotecnologia e citologia, a fim de facultar a licenciandos em Ciências Biológicas uma visão mais ampla de como inserir e integrar temas atuais aos conteúdos de Biologia, introduzindo na sala de aula a organização, o questionamento e a discussão de novas idéias que circulem fora do ambiente escolar. Assim, os licenciandos vivenciaram uma Unidade de Aprendizagem (UA) como sujeitos, tendo condições de, em sala de aula, construir e reconstruir suas próprias concepções utilizando esta metodologia, para depois poderem desenvolver um processo semelhante junto aos alunos na escola. Os conteúdos escolhidos tiveram por base uma experiência anterior em estágios de Biologia Molecular e Celular e um trabalho interdisciplinar sobre nanotecnologia realizado em um curso de pós-graduação.

O acompanhamento sistemático e a avaliação de todo o processo foi tema de uma dissertação de Mestrado (Autor 1, 2009), constituindo uma pesquisa a ser apresentada em outro

artigo, a partir do problema: *Como licenciandos em Ciências Biológicas avaliam a possibilidade de integrar nanotecnologia e citologia em aulas de Biologia, a partir da vivência de uma unidade de aprendizagem?* O presente artigo, entretanto, visa a compartilhar com outros professores o trabalho desenvolvido junto aos licenciandos. Neste sentido, descreve a metodologia de ensino conhecida como Unidade de Aprendizagem (UA) e a seguir apresenta a UA *Nanotecnologia e Citologia*, detalhando o que aconteceu em um estudo de caso.

## O que é uma Unidade de Aprendizagem?

Unidade de Aprendizagem (UA) é uma metodologia de ensino que supera o ensino tradicional seguido na maior parte das instituições educacionais, porque propõe envolver o aluno na construção do conhecimento, de modo ativo e reflexivo (Moraes & Gomes, 2007). Nas UA, são valorizados os conhecimentos prévios dos sujeitos envolvidos nas atividades. Esses conhecimentos servem como ponto de partida a respeito do novo conhecimento. O professor tem papel de mediador no envolvimento de toda a construção do processo pedagógico: em vez de passar receitas prontas para o desenvolvimento das atividades, apresenta uma visão geral do trabalho a ser construído em conjunto, orientando os alunos. Cabe aqui ressaltar que, segundo Ausubel (1980), a aprendizagem, para ser significativa, necessita partir do que já se conhece. Quando esse conhecimento é contextualizado, debatido e reconstruído, acontece o que Moreira (2008) denomina “aprendizagem significativa crítica”.

Os professores que oportunizam desenvolver atividades nas dimensões de uma UA incentivam seus alunos, oportunizando-lhes questionar, discutir, buscar respostas, construir argumentos e organizar a comunicação dos resultados, em um processo participativo. Além disso, o desenvolvimento das atividades tende a um caráter interdisciplinar, pois proporciona diferentes visões sobre o mesmo tema, de acordo com cada área da ciência estudada, enriquecendo consideravelmente os resultados finais. Há uma integração e reconstrução de conhecimentos. A interdisciplinaridade abrange distintos enfoques, seja qual for o assunto escolhido como tema central da UA, e as atividades podem conduzir a percepções que indicam novas direções à reflexão e caminhos inesperados. Sobre isso, Rocha Filho, Autor 2 e Autor 3 (2006, p. 328-329) argumentam:

A interdisciplinaridade permite uma visão diferenciada do mundo, pois uma diversificação dos enfoques em torno do mesmo assunto permite ampliar sua compreensão, descartando algumas idéias preconcebidas e abrindo espaço a idéias divergentes e criativas. [...] se apresenta como uma alternativa epistemológica à compartimentalização do saber, representando atitudes diferentes em níveis diferentes da realidade.

Outro aspecto importante que se verifica na UA está relacionado à comunicação entre alunos e professores, que se torna mais próxima. Esta relação passa a ser de parceria, cumplicidade ou mesmo amizade. Os alunos tomam decisões para a estruturação de sua aprendizagem e tornam-se agente neste processo. Os professores atuam como intermediários que orientam, auxiliam e trocam sugestões construtivas, estabelecendo correlações entre o conteúdo escolar e a realidade dos alunos. Os alunos começam a compreender essa relação nos caminhos que eles próprios programam, com autonomia, ao organizarem o trabalho. Ao encontrarem maior sentido no conteúdo, os alunos tendem a manifestar interesse renovado no estudo, dentro e fora do ambiente escolar. Como afirmam Lima e Grillo (2008),

O professor com identidade profissional, convicto de que sua atuação deve contribuir [...] para construção de um conhecimento crítico, refletido, com possibilidades de ocasionar transformações na vida individual e coletiva de seus alunos, defenderá a substituição do currículo extensivo [...] por um currículo intensivo (Lima & Grillo, 2008, p.117).

A bibliografia consultada indica, assim, a relevância que em geral este tipo de trabalho apresenta para a reconstrução de conhecimentos por alunos e professores, o que foi confirmado ao longo da UA apresentada a seguir.

### Unidade de Aprendizagem: Nanotecnologia e Citologia

Em síntese, essa UA foi construída a partir dos conhecimentos prévios dos participantes, evidenciados por meio de respostas a questões escritas. O tema foi apresentado com um documentário de divulgação científica - “Viagem Fantástica Pelo Corpo Humano: em busca da cura” – e depois houve elaboração e orientação aos trabalhos em grupo, finalizando com sua comunicação, seguida pela avaliação do estudo. Os encontros, acompanhados também pelas professoras responsáveis pela disciplina, estão representados no Quadro 1, que mostra uma síntese das atividades realizadas em cada oportunidade de trabalho. Enquanto isto os licenciandos continuavam suas tarefas de acordo com o cronograma da disciplina, inclusive o estágio docente obrigatório para o semestre.

ENCONTRO	ATIVIDADES	SÍNTESE DAS ATIVIDADES
I	Apresentação da UA	Metodologia de sala de aula - UA
	Idéias Prévias	Primeiras idéias do grupo sobre o tema
	Organograma	Reflexão dos temas abordados
	Formação dos Grupos	Esboço do Organograma
		Organização dos grupos
II	Vídeo	Documentário da Discovery Channel sobre nanotecnologia
III	Planejamento	Início do estudo dos temas
IV	Trabalhos em grupo	Continuidade do estudo
		Planejamento da comunicação dos trabalhos
V	Trabalhos em grupo	Finalização dos trabalhos em grupo
		Continuidade do planejamento da comunicação dos trabalhos
VI	Apresentação dos trabalhos	Comunicação dos resultados ao grande grupo
VII	Apresentação dos trabalhos	Comunicação dos resultados ao grande grupo
VIII	Avaliação	Respostas a um questionário

**Quadro 1** – Sinopse das atividades de cada encontro

Foi disponibilizada uma sala multimídia, na qual cada um podia contar com uma mesa e um computador, além de quadro e tela multimídia com acesso à internet. Os grupos receberam materiais para consulta em sala de aula, como livros, revistas de divulgação científica e sugestões de alguns sites. Houve um total de sete encontros. Após isto, foi aplicado o último instrumento de pesquisa para que os participantes avaliassem o processo.

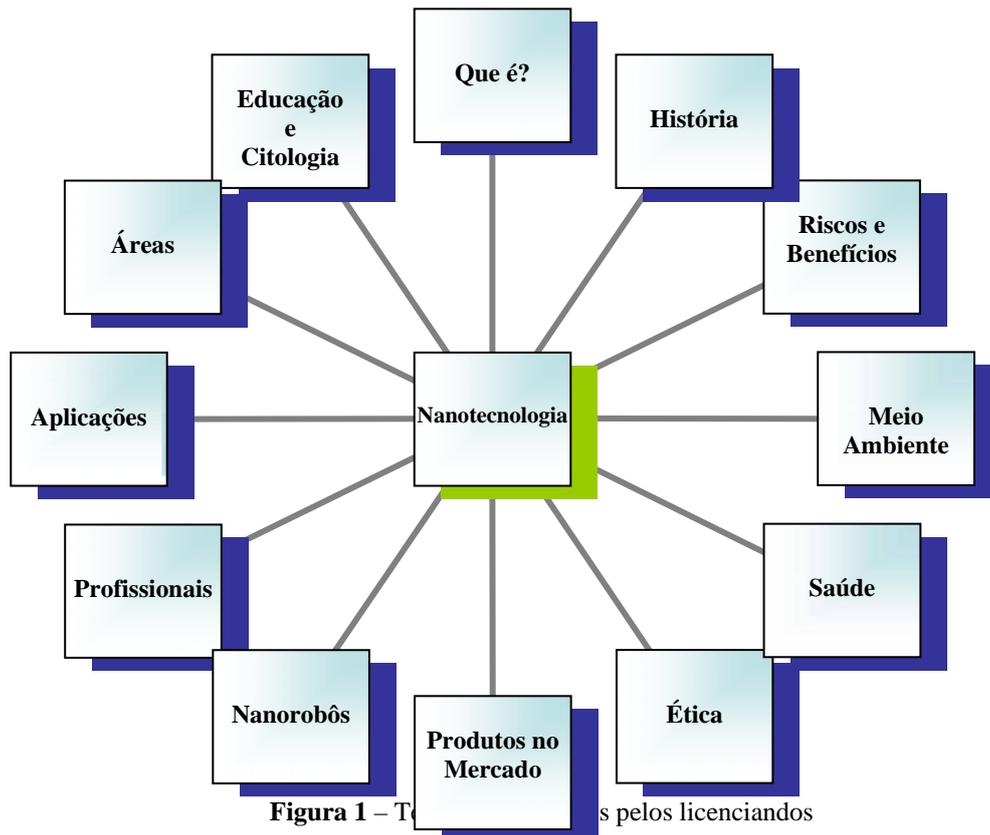
Segue o relato das atividades desenvolvidas nessa unidade de aprendizagem, seguindo estrutura semelhante à adotada por Freschi (2008) e Bins Neto (2008) em relação a outros temas.

**Encontro I** - Apresentação dos pressupostos teóricos de uma UA, identificação dos conhecimentos prévios dos participantes, construção de um organograma com categorias

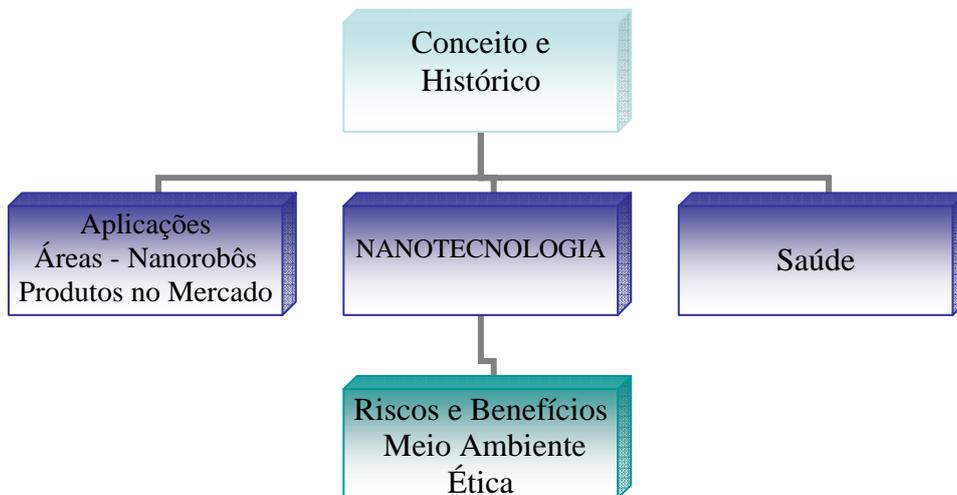
estabelecidas pelos licenciandos e organização da turma, com escolha da categoria a ser trabalhada em cada grupo.

Inicialmente, foi apresentada a metodologia de ensino - conceitos, organização, princípios e pressupostos que envolvem uma UA, além do educar pela pesquisa segundo Demo (2005).

Os estudantes foram convidados a participar do trabalho e responderam, por escrito, a uma questão relacionada a seus conhecimentos prévios. Seguiu-se um debate sobre o tema. Perguntas escritas pelos licenciandos, formuladas a partir do diálogo sobre nanotecnologia, foram agrupadas e organizadas em um organograma (Figura 1).



Posteriormente, de acordo com a proximidade desses assuntos, houve uma reorganização pelos licenciandos, como mostra a Figura 2.



Foram organizados quatro grupos, responsáveis cada um pela elaboração de um trabalho relacionado a um dos ramos do organograma relativo à nanotecnologia. Em conjunto decidiu-se que, após a finalização dos trabalhos, iriam debater questões educacionais. Ao final da aula, ficou registrado o endereço eletrônico de cada um, para que mantivessem contatos em relação a datas e horários e para que pudessem tirar dúvidas sobre o trabalho, caso necessitassem.

**Encontro II** – Acesso a aspectos teóricos e curiosidades sobre nanotecnologia, por meio da exposição de um documentário seguido por reflexões sobre o tema.

Ao perceber a dificuldade dos alunos em dialogar sobre o assunto, tanto oralmente como por escrito, foi exposto um documentário de divulgação científica da Discovery Channel (versão em português) sobre nanotecnologia, com o título *Viagem Fantástica - Pelo Corpo Humano em Busca da Cura*, com duração de 50min. Este documentário aborda aspectos relacionados à nanomedicina.

Na aula anterior, ao haver distribuição dos temas aos grupos, nenhum licenciando manifestou interesse pela área da saúde e eles esquivaram-se em falar sobre citologia. Ficou então combinado que esta categoria iria destinar-se aos dois alunos ausentes naquela data. Mas, após a apresentação do vídeo, houve uma reflexão dialogada. Três alunas, antes em outro grupo, migraram para o tema *saúde*. Elas haviam considerado difícil elaborar um trabalho interligado à nanotecnologia, mas ao visualizarem as imagens do vídeo sobre algumas aplicações das pesquisas na nanomedicina sentiram-se entusiasmadas, embora ainda vendo como complicado o foco em saúde. Nenhum aluno deixou a sala antes do final das discussões instigadas pelo documentário e, para fechamento do encontro, foram disponibilizadas referências aos grupos para suas consultas.

**Encontro III** - Início do planejamento dos trabalhos em grupos, com orientações.

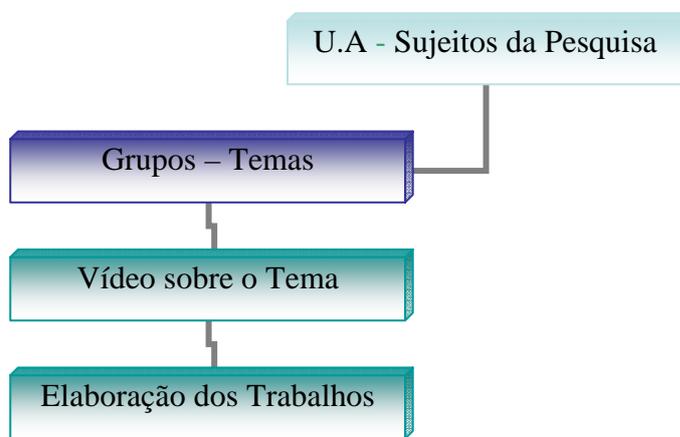
Alguns alunos pensaram que teriam que planejar, como trabalho final, atividades elaboradas no formato de uma UA. Foi esclarecido que seria válido programarem e planejarem unidades de aprendizagem a serem, posteriormente, desenvolvidas na escola onde realizavam estágios, mas no momento estavam vivenciando uma UA como estudantes. A seguir, os grupos reuniram-se e começaram o planejamento do trabalho, utilizando os subsídios disponíveis, e foi elaborado um novo quadro de distribuição dos grupos, com seus respectivos temas (Quadro 2).

Distribuição dos Grupos e Temas	
Grupos	Temas
A	O que é nanotecnologia História
B	Aplicações (Áreas) Profissionais envolvidos Produtos presentes no mercado Nanorobôs
C	Riscos e Benefícios Ética Meio Ambiente
D	Saúde

**Quadro 2** – Organização dos grupos com os respectivos temas

Como já foi comentado, os licenciandos estavam realizando estágios no ensino médio nas instituições de ensino em Porto Alegre e falavam sobre o que estavam constatando e enfrentando nos estágios, principalmente em aulas de Biologia. Por isto gostariam de “[...] realizar uma atividade diferenciada neste trabalho, ao falar em nanotecnologia, afastando-se de uma apresentação nos moldes de seminário”. Os motivos relacionam-se tanto ao trabalho que estava sendo desenvolvido como, igualmente, ao que perceberam nas escolas, considerando os recursos econômicos e materiais das instituições, pois não são todas que disponibilizam aos professores equipamentos tecnológicos mais modernos para estarem elaborando suas aulas em PowerPoint, por exemplo. Segue a fala de uma aluna: “Na faculdade sempre fazemos seminários, pouco fugimos disso, quando chegamos à escola precisamos saber utilizar outras ferramentas para ensinar”.

Os grupos manifestaram entusiasmo e destacaram aspectos observados nas escolas nas quais estavam atuando. Suas feições haviam mudado, já não aparentavam preocupação como no primeiro encontro, quando consideraram o tema extremamente difícil para trabalhar. Enquanto buscavam informações, foi elaborado um esquema das atividades apresentado na Figura 3.



**Figura 3** – Acompanhamento das Atividades

Foi estabelecido com os grupos que trariam para suas apresentações sugestões para integrar a nanotecnologia ao conteúdo de citologia. Havia um tema idêntico para todos os grupos, a educação, conforme o Quadro 3.

Distribuição dos Grupos e Temas	
Grupos	Temas
1	O que é nanotecnologia
	História
	Educação (citologia e nanotecnologia)
2	Aplicações ( Áreas)
	Profissionais envolvidos
	Produtos presentes no mercado
	Nanôrobos
	Educação (citologia e nanotecnologia)
3	Riscos e Benefícios
	Ética
	Meio Ambiente
	Educação (citologia e nanotecnologia)
4	Saúde
	Educação (citologia e nanotecnologia)

**Quadro 3** – Distribuição dos grupos e respectivos temas reorganizados

#### **Encontro IV – Continuidade e acompanhamento do planejamento dos trabalhos**

Nesse encontro, os licenciandos relacionaram o estágio e a UA em desenvolvimento, estabelecendo conexões entre ambos, como recomendado por Ferreira et al. (2003), e manifestaram interesse em relação à educação a todo instante. A realização simultânea de estágios nas escolas pode ter contribuído à compreensão sobre o processo que estavam vivenciando na UA.

Os grupos continuaram a elaborar seus trabalhos. Em um deles, os alunos perguntaram se “*jogos seriam viáveis como ferramentas de aprendizagem em nanotecnologia*”, como o tradicional “*Lego*”. Assim poderiam aproveitar a criatividade dos alunos, principalmente em relação a nanorobôs, podendo criar, por exemplo, instrumentos interativos. Outro grupo trouxe a sugestão de dois novos endereços eletrônicos, que foram expostos na tela multimídia. Alguns começaram a manifestar maior interesse por nanotecnologia. Gostariam de saber mais, por descobrirem que muitos biólogos estavam envolvidos em pesquisas.

Ao final foi combinada a ordem dos grupos para os dias de apresentação.

#### **Encontro V – Finalização do planejamento e elaboração dos trabalhos**

Muitos já estavam concluindo e estavam preocupados desde a organização dos slides até as abordagens que seriam relatadas aos colegas. Foi dada atenção especial aos grupos com dificuldade em aspectos relacionados à nanotecnologia. Ficou combinado o tempo para a apresentação dos trabalhos, sendo 20min para cada grupo, e também quanto aos vídeos que alguns grupos trariam. Ao final, todos estavam preparados e com uma organização adequada.

#### **Encontro VI – Início das apresentações dos trabalhos elaborados pelos grupos**

Até o momento haviam sido realizados dois encontros para introdução do tema e três encontros para programação das atividades finais. Nessa data iniciaram-se as apresentações pelo primeiro grupo, conforme organizado por eles próprios. O tema foi o conceito de nanotecnologia e sua história. Como combinado, acrescentou-se ao trabalho um terceiro tema, a educação: como inserir a nanotecnologia ao conteúdo de citologia na disciplina de Biologia no ensino médio. O Quadro 4 apresenta tópicos debatidos pelo grupo.

GRUPO	TEMA	PRINCIPAIS TÓPICOS APONTADOS
A	O Que é Nanotecnologia?	Richard Feynman
	História da Nanotecnologia	Conceito
	Educação	Linha do Tempo
		Organograma - um novo olhar
		Multidisciplinaridade
		Usos da Nanotecnologia
		Futuro da Nanotecnologia
		Vídeos
		Abordagens e Aplicações
		Sugestão para o ensino

**Quadro 4 – Tópicos apontados pelo grupo A**

#### **Encontro VII – Continuidade das apresentações**

Estavam todos em aula e uma aluna falou: “Fiquei até tarde estudando para este trabalho, estou cansada, mas creio ter conseguido um bom resultado final”. O Quadro 5 apresenta uma síntese de cada trabalho, com as principais características e novidades trazidas pelos grupos.

GRUPO	TEMA	PRINCIPAIS TÓPICOS APONTADOS
<b>B</b>	Aplicações da Nanotecnologia	Nanorobótica - nanomedicina
	Áreas da Nanotecnologia	Processos de Montagem
	Quais Profissionais Envolvidos	Interdisciplinaridade
	Produtos Presentes no Mercado	Produtos
	Nanorôbos	Aplicações da Nanotecnologia
	Educação	Sugestão para o ensino
<b>C</b>	Ética	Multidisciplinaridade
	Riscos e Benefícios da Nanotecnologia	Pesquisas Atuais
	Meio Ambiente	Nanocatalisadores
	Educação	Tratamento de Efluentes
		Nanopartículas
		ETC Group - ONG Ambientalista
		EPA-Órgão Governamental dos USA
	Sugestão para o ensino	
<b>D</b>	Saúde-Nanomedicina	Vídeo
	Educação	Nanopartículas
		Nanorobôs
		Escala nanométrica
		Pesquisas em Nanomedicina
		Nanoesferas Biodegradáveis
		Nanopartículas Fotossensíveis
		Nanovermes
		Sugestão para o ensino

**Quadro 5** – Tópicos apontados pelos licenciandos dos grupos B – C – D durante os seminários

Os licenciandos destacaram a importância de pesquisas em nanomedicina e comentaram avanços e aplicações. Apresentaram conceitos e ilustraram slides com escalas em nível nanométrico em diferentes estruturas, como vírus, bactérias, células cancerígenas, para que se compreendesse a dimensão nanométrica. Enfatizaram a nanorobótica e mostraram figuras ilustrativas de nanorobôs sendo introduzidos no sangue, complementando com vídeos que simulam nanorobôs fluindo através de vasos sanguíneos. Aspectos como drogas inteligentes, nanoesferas biodegradáveis, nanopartículas fotossensíveis e nanovermes, uma junção de várias nanopartículas, foram também abordados. Além disso, os grupos comentaram os métodos que permitem visualizar estruturas nanométricas.

Eles também discutiram aspectos suscitados pela nanoética, com reflexões interessantes sobre ética em nanotecnologia. Falaram sobre os benefícios e riscos com pesquisas em nanotecnologia que a ética permite discutir, ilustradas em frases atuais de pesquisadores. Comentaram sobre o impacto das pesquisas, principalmente dos produtos presentes no mercado, a exemplo dos cosméticos que aos poucos começam a fazer parte de catálogos ao alcance da sociedade em geral. Outro aspecto abordado pelos estudantes com bastante relevância foi em relação ao meio ambiente. Destacaram o tratamento de efluentes com nanocatalisadores, dando exemplo da remoção do derramamento de óleo em água. Também discutiram os possíveis riscos ao meio ambiente.

Ao final concluíram que a nanotecnologia poderia ser empregada no estudo de citologia, permitindo, sobretudo, a abordagem de questões ligadas à nanomedicina, envolvendo biologia celular e molecular, biotecnologia e genética.

## **Considerações finais**

Após as apresentações houve ainda um encontro, com aplicação do último instrumento de pesquisa, a fim de registrar a avaliação dos alunos sobre o trabalho realizado. Eles foram orientados a respeito do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que deveriam assinar, caso consentissem que seus depoimentos fossem utilizados na pesquisa.

Em outro artigo serão apresentados os instrumentos de pesquisa utilizados para coleta de dados, a metodologia de análise e os resultados, tanto em relação às idéias prévias dos sujeitos participantes quanto a sua avaliação sobre o trabalho em que estiveram envolvidos. Entretanto, este artigo focalizou não a pesquisa, mas a descrição da unidade de aprendizagem, e será concluído com breves comentários sobre os resultados obtidos.

As perspectivas futuras para a sociedade a partir da nanotecnologia suscitaram fortes impactos nos licenciandos. A questão educacional de como trabalhar citologia e nanotecnologia na escola despertou entusiasmo para programarem de maneira simples o tema, tendo em vista a atuação com alunos do ensino médio.

Enquanto isto, a escola pouco tem se alterado. Com certa frequência, os alunos questionam a aprendizagem de alguns conteúdos. Não compreendem, tampouco relacionam com outras situações fora do contexto escolar. Estes questionamentos aos professores parecem ser mais rotineiros no ensino médio. Nesse período estão em uma fase de decisões importantes, preparando-se para a escolha profissional, e aulas transmitidas podem interferir, provocando desinteresse por uma determinada área de conhecimento. Saber pensar, construir argumentos e problematizar é fundamental para uma aprendizagem consistente e exige novas alternativas de ensino.

Isso os licenciandos reconheceram, refletindo sobre os caminhos da sua própria formação e o ensino escolar, ultrapassando barreiras e argumentando conscientemente. Com base nos depoimentos analisados, foi possível perceber que o trabalho acrescentou significativamente algo a mais na vivência acadêmica desses estudantes.

## **Referências**

- El-Hani, C. N. (2007). Uma das coisas boas de estar no tempo é poder olhar para trás. In: Autor 3 (Ed.) *Filosofia e História da Ciência no contexto da Educação em Ciências: vivências e teorias*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Ferreira, M.; Vilela, M. & Selles, S. (2003). Formação docente em Ciências Biológicas: estabelecendo relações entre a prática de ensino e o contexto escolar. In: S. SELLES & M. FERREIRA (Ed.), *Formação docente em Ciências: memórias e práticas* (pp.29-57). Niterói: Eduff.
- Freschi, M. (2008). *Estudo da reconstrução do conhecimento dos alunos sobre o ciclo da água por meio de unidade de aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Acesso em 05 nov., 2008, [http://tede.pucrs.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1345](http://tede.pucrs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1345).
- Instituto Latino-americano de Estudos Avançados - ILEA (2009). Centro de Nanociência e Nanotecnologia, CNCT. Acesso em 10 mar., 2009, <http://www.ilea.ufrgs.br/nano.htm>
- Kawasaki, C. S. (2005). Ensino de Biologia e Ética: a conexão possível. In: S. SELLES et al. *Ensino de Biologia: Conhecimentos e Valores em Disputa* (77-81). Niterói: Eduff.
- Lima, V. M. do R. & Grillo, M. C. (2008) Como organizar os conteúdos científicos de modo a constituir um currículo para o século 21? In: M. GALLIAZZI, M. AUTH, R. MORAES & R. MANCUSO (Ed), *Aprender em rede na Educação em Ciências* (pp. 113-124). Ijuí: Unijuí.
- Moraes, R. & Gomes, V. (2007). Uma Unidade de Aprendizagem Sobre Unidades de Aprendizagem. In: M. GALLIAZZI, M. AUTH, R. MORAES & R. MANCUSO (Ed), *Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula* (pp. 243-295 ). Ijuí: UNIJUÍ.
- Moreira, M. A. (2006). *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Oliveira, R. J. (2005). Ensino Científico e Ética: tecendo uma interseção. In: S. SELLES et al. *Ensino de Biologia: Conhecimentos e Valores em Disputa* (65-75). Niterói: Eduff.
- Palmero, M. L .R. & Acosta, J. M. (2003). Un análisis y una organización del contenido de biología celular. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (2) 1. Acesso em 11 dez., 2008, <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/numero1/Art5.pdf>.
- Autor 1 (2009). *Nanotecnologia e Citologia: perspectivas para o ensino de Biologia no século XXI*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- Pinheiro, N. A. M.; Silveira, R. M. C. F.; Bazzo, W. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação* (13) 1, 71-84.
- Rocha Filho, J. B.; Autor 2 & Autor 3 (2006).Repensando uma Proposta Interdisciplinar Sobre Ciência e Realidade. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias* (5) 2.
- Santos, S. A. dos (2007). Feynman, o profeta da nanotecnologia. *Ciência hoje On-Line*. Acesso em 11 dez., 2008, <http://cienciahoje.uol.com.br/101981>.
- Schütz, H. & Wiedemann, P.M. (2008). Framing effects on risk perception of nanotechnology *Public Understanding of Science* (17) 3, 369–379. Acesso em 11 dez., 2008, <http://pus.sagepub.com/cgi/content/abstract/17/3/369>.