

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,  
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA – PPGFCET

GILMARA DE FATIMA WEINGÄRTNER

**OBJETOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM COMO FERRAMENTA  
METODOLÓGICA NO ENSINO DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação - Mestrado

**CURITIBA**

**2014**

GILMARA DE FATIMA WEINGÄRTNER

**OBJETOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM COMO FERRAMENTA  
METODOLÓGICA NO ENSINO DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências, do Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Leticia Knechtel Procopiak

Co-Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Angela Emilia de Almeida Pinto

**CURITIBA**

**2014**



Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Câmpus Curitiba  
Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica



**TERMO DE APROVAÇÃO  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 08/2013**

Objetos virtuais de aprendizagem como ferramenta metodológica  
no ensino de genética no Ensino Médio

por

**Gilmara de Fatima Weingärtner**

Esta dissertação foi apresentada às 9h do dia 29 de novembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ciências**, com área de concentração em *Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional* do Mestrado Profissional do **Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica**. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Noemi Sutil  
(UTFPR)

Profa. Dra. Leticia Knechtel Procopiak  
(UTFPR - orientadora)

Profa. Dra. Odissea Boaventura de Oliveira  
(UFPR)

Profa. Dra. Tamara Simone van Kaick  
(UTFPR)

Ao Luis, meu amor, que nesta pós-graduação foi meu centro de apoio e equilíbrio.

A minha mãe, Carolina, por ter me ensinado o caminho da escola e, por muito tempo  
percorrido este comigo.

Ao meu pai, Arno, que sempre será meu porto seguro.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, especialmente:

Ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, pela oportunidade.

À Professora Dra. Letícia Knechtel Procopiak, pela orientação, confiança e por ter me proporcionado tantas oportunidades de crescimento profissional.

À Professora Dra. Angela Emília de Almeida Pinto, pela orientação, inspiração e paciência durante estes anos.

À Professora Dra. Noemi Sutil, pela boa vontade em participar da banca de qualificação e pelo olhar didático que contribuiu muito para minha formação.

À Professora Dra. Odisséa Boaventura de Oliveira, pelas ricas contribuições em minha banca de qualificação.

À Professora Dra. Tamara Simone van Kaick, pelas sugestões na banca de qualificação.

Aos Professores Dra. Aliandra Medeiros, Dr. Carlos Eduardo Fortes Gonzalez e Dra. Wanessa Ramsdorf, pela contribuição na construção do questionário.

Ao corpo docente do PPG-FCET pela contribuição ao meu crescimento pessoal e profissional.

À Silvia Darronqui, pela troca de experiências e sugestões que muito contribuíram.

Aos colegas da primeira turma do FCET pelo carinho, cafés, conversas e contribuições que permitiram o refinamento do meu trabalho.

À minha família, meu porto seguro e minha fortaleza. Esta conquista não teria sido possível sem a presença e colaboração de vocês.

Ao meu esposo Luis, que sempre acreditou em mim e me amparou nos momentos difíceis, por toda a sua compreensão, paciência, carinho e presença.

A Deus que permitiu o meu encontro com todas estas pessoas maravilhosas as quais tenho muito a agradecer.

*“Sempre há o que aprender, ouvindo, vivendo e, sobretudo trabalhando; mas só aprende quem se dispõe a rever as suas certezas”.*

Darcy Ribeiro

## RESUMO

WEINGÄRTNER, Gilmara de Fatima. Objetos virtuais de aprendizagem como ferramenta metodológica no ensino de genética no ensino médio. 2014. 106f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Esta dissertação reflete uma abordagem teórico-prática da mediação de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem de biologia. Esta pesquisa fundamentou-se em autores como Ausubel, Bachelard, Moran entre outros. O desenvolvimento tecnológico permite utilizar recursos didáticos em sala de aula que proporcionam mudanças no processo de ensino-aprendizagem. Dentre esses, encontram-se os Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVAs), que favorecem a interação de várias mídias, imagem, som, movimento, texto, animação, que interagem com o aprendiz, se tornando um recurso mais atrativo ao estudante. Assim, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o efeito de uma sequência didática com a utilização de Objetos Virtuais de Aprendizagem na disciplina de Biologia, na terceira série do Ensino Médio, verificando se estes podem contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Genética. Para tal, foram levantados dados com 64 estudantes de um Colégio Estadual em Antônio Olinto – PR e de 44 estudantes de dois Colégios Estaduais em Curitiba - PR, Brasil, totalizando 108 estudantes amostrados. Os dados foram obtidos por meio de questionários pré teste e pós teste (escala Likert). Após a utilização da sequência didática deu-se a aplicação do pós-teste e a avaliação dos OVAs pelos estudantes. Sendo que estes consideraram como mais interessante o objeto que permitiu maior ação do estudante. Observou-se que o OVA em questão é também o que mais influenciou na aprendizagem, pois se refere ao conteúdo de Genética Mendeliana, que apresentou maior diferença entre os resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste. Foi possível perceber a influência que os OVAs exerceram no processo de ensino e aprendizagem, pois promoveram maior interação entre estudante-estudante, estudante-professor e estudante-conteúdo, tornando o processo de ensino aprendizagem mais eficiente. Desta forma, nesta pesquisa obteve-se um resultado positivo para os OVAs como metodologia de ensino, sendo que estes facilitaram a compreensão dos conceitos abordados durante as aulas. Através das respostas do questionário aplicado, pode-se perceber que o nível de aprendizagem foi elevado, o que demonstra que o OVA utilizado como ferramenta metodológica aumentou a aprendizagem, a motivação e o desempenho dos estudantes amostrados.

**Palavras chaves:** Ensino de Biologia. Tecnologias de Informação e Comunicação. Objeto Virtual de Aprendizagem.

## ABSTRACT

WEINGÄRTNER, Gilmara de Fatima. Virtual learning objects as a methodological tool in teaching genetics in high school. 2014. 106f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

This thesis reflects a theoretical and practical approach about the mediation of technology in teaching and learning of biology. This research was based on authors such as Ausubel, Bachelard and Moran among others. Technological development allows us to use didactic devices in the classroom which provide changes in teaching and learning process. Among those were found Virtual Learning Objects (VLO) that allow an interaction of several medias, images, sound, movement, text, animation which interact with the learner, becoming a more attractive device to the student. This work aimed to evaluate the effect of a didactic sequence with the use of Virtual Learning Objects in the subject of Biology, in the third grade of high school, checking if they can contribute for the improvement of teaching and learning process and the learning of Genetics. For this, the data was collected with 64 students of a public school in Antonio Olinto (Parana – Brazil) and 44 students of a public school in Curitiba (Parana – Brazil) though pretest and posttest questionnaires (Likert Scale). After using the instructional sequence gave up the implementation of post-test and evaluation of VLOs by students. As they considered as more interesting one which allowed greater student action on the object. It was observed that the OVA in question is also the strongest influence on learning, because it refers to the contents of Mendelian Genetics, which showed the biggest difference between the pretest and posttest. It was possible to notice the influence the VLOs had on teaching and learning process, because the provided bigger interaction between student – student, student – teacher and student- content, making a learning process more efficient. Therefore, this research had a positive result for the VLOs as teaching methodology, besides facilitating the comprehension of the concepts covered in classes. Through the answers of the questionnaire applied it can be noticed that the learning level was increased, what shows that the use of the VLO as methodology tool increased the learning, the motivation and the performance of the students sampled.

**Keywords:** Biology Teaching. Information Technology and Communication. Virtual Learning Object.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Escala de confiabilidade para o alfa de Cronbach.....	45
Tabela 2	Identificação do tipo de instituição de ensino dos estudantes amostrados .....	57
Tabela 3	Coeficientes de alfa de Cronbach para o pré-teste e pós-teste. Turmas A e B .....	59
Tabela 4	Coeficientes de alfa de Cronbach para o pré-teste e pós-teste. Turmas C, D, E, F.....	60
Tabela 5	Medidas de tendência central do pré-teste e pós-teste sobre as questões de Biotecnologia. Turmas A, B .....	61
Tabela 6	Medidas de tendência central do pré-teste e pós-teste sobre as questões de Biotecnologia. Turmas C, D, E, F. ....	62
Tabela 7	Medidas de tendência central do pré-teste e pós-teste sobre as questões de Biologia Molecular. Turmas A, B .....	65
Tabela 8	Medidas de tendência central do pré-teste e pós-teste sobre as questões de Biologia Molecular. Turmas C, D, E, F .....	66
Tabela 9	Medidas de tendência central do pré-teste e pós-teste sobre as questões de Genética Mendeliana. Turmas A, B. ....	69
Tabela 10	Medidas de tendência central do pré-teste e pós-teste sobre as questões de Genética Mendeliana. Turmas C, D, E, F .....	70

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Escolaridade dos pais dos estudantes amostrados .....	58
Gráfico 2	Características dos OVAs.....	74
Gráfico 3	Contribuição dos ovas à aprendizagem .....	75
Gráfico 4	Facilidades encontradas pelos estudantes durante o desenvolvimento das atividades propostas pelos OVAs .....	77
Gráfico 5	OVAs considerados mais interessantes pelos estudantes pesquisados .....	78
Gráfico 6	OVAs considerados menos interessantes pelos estudantes pesquisados .....	80
Gráfico 7	Sugestões das pelos estudantes amostrados .....	82

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Objeto virtual de aprendizagem DNA replicação .....	52
Figura 2	Objeto virtual de aprendizagem DNA transcrição .....	52
Figura 3	Objeto virtual de aprendizagem síntese proteica .....	53
Figura 4	Objeto virtual de aprendizagem DNA recombinante .....	54
Figura 5	Objeto virtual de aprendizagem qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA .....	55

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

OVA – Objeto Virtual de Aprendizagem  
DNA – Ácido Desoxirribonucleico  
RNA – Ácido Ribonucleico  
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade.  
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
EUA – Estados Unidos da América  
TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação  
OGM – Organismo Geneticamente Modificado  
EF – Ensino Fundamental  
EM – Ensino Médio  
PR – Paraná  
URL – Recurso de localização única

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	<b>ASPECTOS TEÓRICOS DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM POR AUSUBEL E BACHELARD E, A RELAÇÃO ENTRE O PROFESSOR E AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	Aspectos teóricos do processo de ensino aprendizagem .....	16
1.2	A mediação tecnológica no processo de ensino aprendizagem .....	25
<b>2</b>	<b>RELAÇÕES TECNOLÓGICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA .....</b>	<b>33</b>
2.1	Ensino de Biologia e as Tecnologias .....	33
2.2	Objetos virtuais de aprendizagem e o ensino de Biotecnologia, Biologia Molecular e Genética .....	38
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>43</b>
3.1	Critérios de seleção e descrição dos Objetos Virtuais e Aprendizagem utilizados na sequência didática .....	49
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>56</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise dos dados .....</b>	<b>56</b>
4.1.1	Perfil dos estudantes .....	57
4.1.2	Análise do pré-teste e pós-teste .....	58
4.1.3	Avaliação dos Objetos Virtuais de Aprendizagem .....	73
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>90</b>
	WEB Referências .....	95
	Apêndices.....	96

## INTRODUÇÃO

Os temas que permeiam a nova Biologia, Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética, segundo Xavier et al (2005), vêm se destacando devido ao seu grande apelo social. São conteúdos importantes a serem trabalhados na escola, portanto, é imprescindível colocar nossos jovens em contato com esse conhecimento biotecnológico.

As novas áreas da Biologia – Biotecnologia, Genética e Biologia Molecular, exercem grande influência social, já que possuem capacidade de interferir diretamente na vida das pessoas. Esta influência social permite que o professor de Biologia promova a reflexão de seus estudantes, gerando debates a fim de desenvolver mudanças críticas no modo em que o estudante entendem o mundo. Segundo Xavier et al (2005) se a escola não responde a esta demanda, ela corre o risco de ser deslegitimada.

É comum nos depararmos com reportagens referentes à Biotecnologia e a Biologia Molecular, porém, esses assuntos que deveriam ser abordados juntamente com a Genética no terceiro ano do Ensino Médio, muitas vezes sequer são mencionados pelo professor.

Como professora de Biologia da rede pública de ensino, tenho observado em minha prática pedagógica, especialmente durante o terceiro ano do Ensino Médio, a grande dificuldade de entendimento dos conceitos relacionados à Genética por parte dos estudantes, devido principalmente à abstração desses conceitos.

Iniciei minha carreira como professora em 2005 e, desde então, tenho percebido em sala de aula o empenho que os estudantes apresentam durante o desenvolvimento das aulas. Através destes momentos observei as dificuldades encontradas por estes estudantes para a compreensão dos conceitos relacionados às áreas de Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética.

A dificuldade encontrada durante o processo de ensino aprendizagem de tais conteúdos, que me levou a buscar novos métodos de ensino. Procurando relacionar os materiais de comum acesso pelos estudantes. Assim, optou-se por utilizar os recursos de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), como metodologia de ensino. Para Moran (2012), o mundo físico e o virtual se complementam e ter acesso contínuo ao digital é um novo direito de cidadania plena.

Melo e Carmo (2009) analisaram os trabalhos publicados entre 1999 e 2008 em diversas revistas, das quais se destaca a Revista “Genética na Escola”, através destes dados é possível verificar que as pesquisas voltadas ao ensino de Genética, Biologia Molecular e Biotecnologia, no Ensino Médio, representam um número pequeno e ainda são incipientes.

Atualmente, de acordo com Rodrigues e Mello (2005), há um consenso entre os docentes e também entre os discentes sobre a dificuldade no processo de ensino aprendizagem devido à abstração dos conceitos abordados no ensino de Ciências. Isto se deve ao extenso e complexo vocabulário, principalmente nas áreas relacionadas à Genética, que somado às dificuldades de compreensão e diferenciação dos conceitos envolvidos, dificultam ainda mais a aprendizagem pelo estudantes. Entretanto, a aprendizagem desses conceitos pode ser mais efetiva com a utilização de ferramentas e metodologias que tornem este processo mais dinâmico.

O desenvolvimento tecnológico atual nos permite fazer uso de vários recursos didáticos em sala de aula, o que pode proporcionar diversas mudanças na forma como o processo de ensino-aprendizagem acontece.

Dentre esses recursos encontram-se os Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVAs), que permitem a integração de várias mídias, como imagem, som, movimento, texto e animação. Recursos estes, que promovem a interação com o aprendiz, tornando-se mais atrativos ao estudante, pois, despertam sua curiosidade, lhes permitem experimentar novas formas de compreensão do conteúdo, de maneira divertida, construtiva e agradável.

De acordo com Gallo e Pinto (2010), os OVAs oferecem oportunidades de exploração, navegação e descobertas, estimulando a autonomia nas ações e nas escolhas do estudante. Esse ambiente envolve atividades cognitivas que estão relacionadas com a forma com que o estudante processa, codifica, adquire, armazena e aplica o conhecimento.

Dessa forma, acreditamos que a utilização dos OVAs pode facilitar a compreensão dos conceitos que são fundamentais para o ensino das novas áreas da Biologia, pois, possibilitam ao estudante experimentar situações que não seriam vivenciadas em outros ambientes, não apenas vendo e discutindo, mas também participando do processo de construção e exploração. Necessariamente pelas condições precárias em que se encontram os laboratórios de Ciências e, também

devido as questões éticas, legais e de segurança fundamentais para a realização de tais atividades.

Os trabalhos práticos, segundo Marandino et al (2009), são acompanhados de protocolos de observação e de transformação para os quais a vestimenta do pesquisador – jalecos, óculos de segurança, luvas – assim como as aparelhos, vidrarias e reagentes são indispensáveis. Porém, observa-se, na realidade da escola pública brasileira, uma grande carência em materiais desse gênero, o que pode dificultar a realização de uma aula prática em laboratório.

Outro fator a ser observado é o pequeno espaço físico disponível para o laboratório na maioria das escolas e o grande número de estudantes por turma, o que torna ainda mais difícil a utilização deste recurso de ensino. Além de muitos dos laboratórios não apresentam condições mínimas de segurança.

Vivenciando em minha prática pedagógica o contexto descrito acima é que se propôs esta pesquisa.

De acordo com Bachelard (1996) “para o espírito científico, todo conhecimento é a resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico” (BACHELARD, 1996. p. 18). Assim, tendo em vista a compreensão dos temas relacionados à Genética tem-se como objetivo geral no desenvolvimento desta pesquisa responder à questão: *A utilização de objetos virtuais de aprendizagem na disciplina de Biologia, no terceiro ano do Ensino Médio, pode contribuir para o desenvolvimento e melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética?*

A fim de responder esta questão delineiam-se os seguintes objetivos:

- Verificar os conceitos prévios e subsunçores que os estudantes apresentam sobre Genética, Biotecnologia e Biologia Molecular.
- Utilizar OVAs, com turmas de terceiro ano do Ensino Médio, como metodologia de ensino de Genética, Biotecnologia e Biologia Molecular.
- Verificar como os estudantes avaliam os OVAs utilizados.
- Verificar se a utilização dos OVAs na metodologia de ensino influenciou na apropriação do conhecimento pelos estudantes.

Nesse sentido, acredita-se que o OVA seja um recurso dinâmico, em que o professor possa determinar, dentro de uma mesma estrutura, novos conteúdos e contextos de aprendizagem. Esse tipo de recurso pode possibilitar ao estudante testar diferentes caminhos, acompanhar a evolução temporal das relações, verificar causa

e efeito, criar e comprovar hipóteses, relacionar conceitos, despertar a curiosidade e resolver problemas de forma atrativa e divertida.

Instigar a curiosidade do estudante fazendo com que este busque o conhecimento é um dos papéis do professor, sendo importante para isso conhecer os subsunçores apresentados pelos seus estudantes, para que a partir deles e relacionando à realidade o estudante possa se apropriar do conhecimento científico, tornando esse, parte de sua vivência e não apenas numa “tarefa de escola”.

Na tentativa de angariar melhorias no processo de ensino aprendizagem de Biotecnologia, Biologia Molecular e Genética, esta pesquisa foi realizada no município de Antônio Olinto - PR, num colégio público estadual, tendo 64 alunos que cursavam o terceiro ano do Ensino Médio, nos períodos matutino, vespertino e noturno, no ano letivo de 2012; e no município do Curitiba – PR, em dois colégios públicos estaduais, com 44 estudantes de terceiro ano do EM, nos períodos matutino e vespertino durante o primeiro semestre de 2013. Perfazendo um total de 108 estudantes amostrados.

Como referencial teórico adotou-se a Epistemologia de Gaston Bachelard, visto que foram identificadas visões simplistas relacionadas ao fenômeno de transmissão das características hereditárias, o que constitui um obstáculo epistemológico no ensino de ciências. Adotou-se também a teoria de aprendizagem significativa proposta por David Ausubel e Novak na qual, buscou-se inserir ao ensino de Genética, Biologia Molecular e Biotecnologia a utilização do computador e atividades digitais que estão presentes no cotidiano do estudante, dessa forma acredita-se que o ensino resulte em um conhecimento de maior significado para o estudante.

Assim buscou-se nesse trabalho adotar uma metodologia que facilitasse a superação dos obstáculos epistemológicos, propusesse maior interação e construção de conceitos, promovendo a apropriação do conhecimento pelos estudantes.

Esta pesquisa está organizada da seguinte forma: No capítulo 1 destacam-se os aspectos teóricos e a mediação tecnológica do processo de ensino-aprendizagem.

No capítulo 2 aborda-se o ensino de Biologia e as tecnologias associadas.

No capítulo 3 descreve-se a metodologia de pesquisa empregada neste trabalho.

No capítulo 4 são apresentados e discutidos os resultados obtidos durante a realização da pesquisa.

# 1 ASPECTOS TEÓRICOS DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM E A RELAÇÃO ENTRE O PROFESSOR E AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

## 1.1 Aspectos teóricos do processo de ensino e aprendizagem

As teorias de aprendizagem representam a forma como se define as concepções sobre aprendizagem e o meio através dos quais, esta ocorre. Moreira (2011) define teoria de aprendizagem como sendo:

Uma construção humana para interpretar sistematicamente a área do conhecimento que chamamos de aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem. (...) Tenta explicar o que é aprendizagem, porque funciona e como funciona (MOREIRA, 2011, p. 12).

Ainda para Moreira (2011), a aprendizagem pode ser organizada em três formas, a aprendizagem cognitiva (resultante do armazenamento organizado de informações na mente do indivíduo que aprende), afetiva (resultante de sinais internos, como prazer, dor, satisfação, descontentamento, alegria ou ansiedade) e psicomotora (envolvendo respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática).

Moreira (2011) cita que “a teoria de Ausubel focaliza primordialmente a aprendizagem cognitiva, sendo este um representante do cognitivismo”. Assim como todos os teóricos cognitivistas, Ausubel baseia sua teoria na mudança da estrutura cognitiva do indivíduo. Ainda para Moreira (2011), “a aprendizagem para Ausubel, significa organização e integração do material na estrutura cognitiva e a forma como estas se processam” (MOREIRA, 2011, p. 160).

Para Ausubel et al (1978) as formas de aprendizagem são agrupadas em dimensões de aprendizagem. A primeira dimensão é denominada automática (mecânica) – significativa. Na qual Ausubel et al (1978) definem que aprendizagem automática “são relacionáveis a estrutura cognitiva, mas somente através de uma relação arbitrária, literal, que não resulta da aquisição de novos significados” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978, p. 38).

Ausubel et al (1978) estabelecem a aprendizagem mecânica como sendo a “aquisição de associações arbitrárias literais, nas quais o próprio material de aprendizagem não pode ser relacionado não arbitrariamente à estrutura cognitiva” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN 1978, p. 521).

O processo de aprendizagem tem sempre componentes pessoais, pois conforme Moreira (2010) a aprendizagem sem atribuição de significados pessoais, sem relação com o conhecimento preexistente, é mecânica e não significativa.

Para Moreira (2001), “a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele” (MOREIRA 2001, p. 19).

De acordo com Ausubel et al (1978), quando um conceito é totalmente novo para o indivíduo, a aprendizagem deste é mecânica, esses conceitos mecanicamente aprendidos serão utilizados como subsunçores (estrutura cognitiva existente, capaz de favorecer a aprendizagem de novos conceitos) para a aquisição de novas informações referentes a esse conceito.

A distinção estabelecida por Ausubel et al (1978) entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa não é dicotômica, mas sim como um contínuo.

Já a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ligar de forma não arbitrária a estrutura cognitiva. Assim Ausubel et al (1978), definem aprendizagem significativa como “a aquisição de novos significados de modo não arbitrário e substancial aquilo que o aprendiz já conhece” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN 1978, p. 522).

Segundo Ausubel (2003), o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe. Sendo que cabe ao professor a identificação desse conhecimento e ensinar de acordo com este. Este processo envolve a interação de uma nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, que é definida por Ausubel et al (1987) como conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

Na aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel (2003), o novo conceito ancora-se em conceitos ou predisposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A aquisição da informação ocorre de modo organizado hierarquicamente no cérebro humano, de modo que os elementos mais específicos são ligados a conceitos mais gerais. Essa estrutura hierárquica dos conceitos deve-se a experiências sensoriais do indivíduo.

## Para Ausubel (2003)

O processo de aquisição de informações resulta numa alteração quer das informações recentemente adquiridas, quer do aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva, à qual estão ligadas as novas informações (AUSUBEL 2003, p.3).

Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, segundo Moreira (2011), podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, assim como podem ser limitados e pouco desenvolvidos, este desenvolvimento depende da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um determinado subsunçor.

Para o desenvolvimento dos subsunçores Ausubel (2003) recomenda o uso de organizadores avançados (prévios), como estratégia para manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Sobre os organizadores prévios Ausubel (2003) comenta

Um organizador avançado é um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar a aprendizagem significativa, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa de saber, caso necessite de apreender novos materiais de forma mais ativa e expedita. (AUSUBEL, 2003, p. 11).

A principal função do organizador prévio, de acordo com Moreira (2011) é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, e desta forma os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem.

De acordo com Ausubel et al, (1978) a aprendizagem significativa distingue-se em três tipos: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional.

A aprendizagem representacional para Ausubel et al (1978) “refere-se ao significado de palavras ou símbolos unitários” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1987, p. 39), ainda para Ausubel (2003) “ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for que os referentes possuem” (AUSUBEL, 2003. p. 1).

De acordo com Ausubel et al (1987) “aprender o que o significante significa é o tipo mais complexo de aprendizagem representacional” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1987, p. 40).

A aprendizagem de conceitos é uma forma de aprendizagem representacional, pois os conceitos também são representados por símbolos, assim como, “objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo” (AUSUBEL, 2003. p. 2).

Sem os conceitos, para Moreira (2010) não há compreensão, não há desenvolvimento cognitivo, pois o homem vive em um mundo de conceitos.

Sobre a aprendizagem por conceitos, Ausubel (2003) aponta a existência de dois métodos gerais de aprendizagem, sendo, a formação conceitual que se dá em crianças jovens e a assimilação conceitual, que ocorre de forma dominante em criança em idade escolar e em adultos.

Na formação conceitual, os atributos específicos do conceito adquirem-se através de experiências diretas através de fases sucessivas de formulação de hipóteses, testes e generalização. Contudo, à medida que o vocabulário de uma criança aumenta, adquirem-se novos conceitos, sobretudo através do processo de assimilação conceitual (AUSUBEL, 2003. p. 2).

Segundo o autor, os conceitos formados na estrutura cognitiva do aprendiz são importantes para a teoria de assimilação, já que estes são imprescindíveis para a compreensão e resolução significativa de problemas.

Para o processo de aquisição e organização dos significados na estrutura cognitiva, Ausubel et al (1978), propõem a teoria de assimilação, processo que ocorre quando um conceito ou proposição, potencialmente significativo, é assimilado sob um conceito mais inclusivo já existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

Adolescentes e adultos adquirem novos conceitos por meio do processo de assimilação de conceito. Ou seja, aprendem novos significados conceituais, entretanto, em contato com os atributos essenciais dos conceitos e relacionando estes atributos a ideias relevantes estabelecidas em suas estruturas cognitivas (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978. p. 78).

Assim, não só a nova informação, mas o conceito subsunçor é modificado por essa interação. A assimilação tem, provavelmente, um efeito facilitador na retenção dos conceitos que foram aprendidos.

De acordo com Ausubel (2003),

A teoria cognitiva de aprendizagem significativa baseia-se na proposição de que a aquisição e a retenção de conhecimentos são o produto de um processo ativo, integrador e interativo entre o material de instrução (matérias)

e as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, com as quais as novas ideias estão relacionadas de formas particulares (AUSUBEL, 2003. p. VII).

Ainda, para Ausubel (2003), um subsunçor modificado é resultante da assimilação obliteradora, um segundo estágio da assimilação.

Na aprendizagem significativa, baseado em Moreira (2010), há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. Portanto, uma nova informação adquire significado para o aprendiz através da ancoragem de aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo. Dessa forma a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico, no qual o conhecimento vai sendo construído.

Na aprendizagem proposicional aprende-se o significado das ideias em forma de proposição. Deve-se aprender o significado, que está além da soma dos significados das palavras ou dos conceitos que compõem a proposição. Para Ausubel (2003), na aprendizagem por proposições “surgem novos significados depois de uma tarefa de aprendizagem potencialmente significativa, se relacionar e interagir com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva” (AUSUBEL, 2003. p. 2).

De acordo com Ausubel et al (1978) a aprendizagem proposicional é dividida em aprendizagem proposicional subordinativa, aprendizagem proposicional superordenada e aprendizagem proposicional combinatória.

Para Ausubel et al (1978) as aprendizagens subordinativa e superordenada são definidas da seguinte forma

A aprendizagem subordinativa ocorre quando uma proposição “logicamente” significativa de uma determinada disciplina é relacionada significativamente a determinadas proposições superordenadas na estrutura cognitiva do aluno. A aprendizagem superordenada ocorre quando uma nova proposição pode ser relacionada a determinadas ideias subordinadas na estrutura cognitiva existente; mas é relacionável a um conjunto amplo de ideias geralmente relevantes que podem ser subordinadas a elas (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1987, p. 33).

A aprendizagem subordinada reflete a relação de subordinação da nova informação em relação à estrutura cognitiva preexistente. A aprendizagem superordenada se dá quando o conceito potencialmente significativo é mais geral e inclusivo do que os conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

A aprendizagem combinatória é definida por Ausubel, et al (1978), como sendo:

A aprendizagem de um novo conceito ou proposição que não pode ser relacionada a nenhuma ideia relevante particular na estrutura cognitiva, mas pode ser relacionada com um fundo amplo de um conteúdo genericamente relevante na estrutura cognitiva” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p. 521).

Na aprendizagem combinatória os conceitos não guardam uma relação de subordinação e nem de superordenação.

Para Moreira (2011) as categorias superordenadas, subordinadas e combinatórias são compatíveis com os tipos de aprendizagem representacional, de conceitos e proposicional. Sendo que ocorre a modificação do subsunçor quando um novo conceito é aprendido por subordinação, essa modificação ocorrendo diversas vezes leva à diferenciação progressiva do conceito subsunçor, que está diretamente ligada à aprendizagem subordinada.

Em uma segunda dimensão da aprendizagem Ausubel et al (1978) apresentam a dimensão receptiva – descoberta. Quando distingue a aprendizagem por descoberta da aprendizagem por recepção, Ausubel (2003) infere que:

Na aprendizagem por recepção, o conteúdo é apresentado sob a forma de uma proposição substantiva ou que não apresenta problemas, que o aprendiz apenas necessita compreender e lembrar. Por outro lado, na aprendizagem por descoberta, o aprendiz deve *em primeiro lugar* descobrir este conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos (AUSUBEL, 2003, p.5).

Assim, na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado em sua forma final ao aprendiz, já na aprendizagem por descoberta o que deve ser aprendido deverá ser descoberto pelo aprendiz.

Para Ausubel et al (1987)

Ao longo das últimas cinco décadas, introduziram-se em larga escala programas de atividades, métodos de projetos, várias formas de se maximizar a experiência não verbal na sala de aula e uma ênfase da ‘autodescoberta’ e da aprendizagem para e através da *resolução de problemas*, em resposta à vasta insatisfação em relação às técnicas de instrução verbal. Bastante aquém de qualquer que seja o seu valor intrínseco, estas atividades surgiram, sobretudo, devido às inadequações gerais da instrução verbal, tal como praticada nas escolas (AUSUBEL, 2003. p. 6).

Ausubel et al (1987) defendem que parte considerável do que se é transmitido por exposição verbal fica reduzida a expressões que são decoradas pelo estudante.

No entanto, este fato não se deve ao método expositivo e sim ao uso abusivo deste método e isso prejudica a realização da aprendizagem significativa.

De acordo com Ausubel et al (1987) tanto a aprendizagem receptiva como a aprendizagem por descoberta podem ser significativas. Seja por descoberta ou por recepção a aprendizagem somente será significativa se ocorrer de forma não arbitrária.

Para Ausubel et al (1987) a aprendizagem por recepção, embora seja mais simples do que a aprendizagem por descoberta, exige do estudante um estágio mais avançado de maturidade cognitiva.

Assim, Ausubel et al (1978), afirma que a aprendizagem significativa depende de vários fatores, entre os principais citam-se o potencial significativo do material e a disposição atual do estudante.

As condições necessárias para a aprendizagem significativa dependem (1) do material de aprendizagem potencialmente significativo e (2) de uma predisposição para a aprendizagem significativa. A partir do momento em que o primeiro fator é uma função do aluno envolvido, percebemos que a aprendizagem significativa é sempre idiossincrática. A relação específica, substantiva e não literal entre o conteúdo da nova informação e o conhecimento preexistente depende da experiência prévia e da disposição atual do aluno (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978. p. 133).

Para aprender significativamente o aprendiz tem que querer aprender, o que, para Moreira (2010) é natural, pois ninguém vai aprender qualquer conhecimento se não quiser aprendê-lo.

Quanto ao potencial significativo dos materiais Ausubel (2003) menciona:

Um material *potencialmente* significativo para o aprendiz pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos (AUSUBEL, 2003. p. 1).

Para Ausubel et al “o potencial significativo do material de aprendizagem é uma função que pertence à estrutura cognitiva do aluno e não ao material de aprendizagem” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p. 32).

Para Ausubel et al (1987)

A aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo (...) mesmo o material logicamente significativo pode ser aprendido pelo método de decorar (aprendizagem automática), se a disposição do aluno para aprender não for significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p. 32).

Para que se dê a aprendizagem significativa o estudante deverá apresentar disposição para aprender, o fato de o professor utilizar como metodologia de ensino um material que seja potencialmente significativo ao estudante, pode promover a formação do significado psicológico, que é produto da aprendizagem significativa.

Verifica-se dessa forma, que cabe unicamente ao estudante a responsabilidade por sua própria aprendizagem. Para Ausubel et al (1987) cabe a escola orientar a aprendizagem, “planejar o currículo escolar e os métodos de ensino localizados adequadamente quer seja no contínuo automático-significativo ou recepção-descoberta” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1987, p. 4).

Nesta pesquisa utilizou-se os OVAs como materiais potencialmente significativos, afim de contrapor a utilização massiva da instrução verbal expositiva.

Como a utilização do computador é comum entre os estudantes, fazendo parte de seu cotidiano, seja na escola, em casa ou em *lan house*, percebe-se que este artefato tecnológico pode ser um material potencialmente significativo e, a facilidade de manipulação que os estudantes possuem sobre este artefato pode ser utilizada pelos professores em sua metodologia de ensino.

A significação potencial dos materiais varia, de acordo com Ausubel (2003), não só com os subsunçores que cada estudante apresenta, varia também de acordo com a idade, classe social, ocupação e participação social.

Na aprendizagem significativa, o papel do professor envolve quatro tarefas fundamentais, de acordo com Moreira (2011): (1) Identificar os conceitos e princípios unificadores e inclusivos, organizando-os hierarquicamente. (2) Identificar quais subsunçores são relevantes para a aprendizagem de determinado conteúdo. (3) Diagnosticar os subsunçores que o estudante possui. (4) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa.

Nesta pesquisa buscou-se encontrar o item 1, mencionado no parágrafo anterior, através da análise do conteúdo a ser trabalhado, os itens 2 e 3 com a aplicação e análise do pré-teste e o item 4 com a seleção e utilização dos OVAs.

A aprendizagem significativa proposta por Ausubel et al remete à transformação do conhecimento apresentado pelo estudante, o que reduz os obstáculos epistemológicos, conhecimentos ingênuos criados pelos estudantes no decorrer da vida, propostos por Bachelard e, definidos, de acordo com Yamazaki (2010) como valores e hábitos que dificultam a abstração e obstaculizam o caminho em direção ao conhecimento objetivo.

Em sua obra “A Formação do Espírito Científico” Bachelard infere que a ação do professor deve possibilitar o desenvolvimento do espírito científico nos estudantes, permitindo-lhes questionar. Assim Bachelard (1996) diz que “o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar.” Ainda Bachelard (1996) aponta que “pode-se com certeza dizer que uma cabeça bem feita é infelizmente uma cabeça fechada. É um produto de escola” (BACHELARD, 1996, p. 21, 20).

Desta forma Bachelard refere-se à importância da transformação do conhecimento que o estudante apresenta em um conhecimento científico, sendo fundamental participação do professor neste processo.

Aí se percebe que a sala de aula em total silêncio, sonhada por um grande número de professores, não é sinal de que o processo de aprendizagem esteja ocorrendo, pois dessa forma não se permite a interação do estudante, que é o centro de todo o processo de ensino aprendizagem, com outros estudantes e nem mesmo, muitas vezes, com o professor.

Portanto, o professor deve-se permitir problematizar o ensino. É esta problematização que promove o desenvolvimento do espírito científico nos estudantes, onde estes podem abandonar seus conhecimentos anteriores, suas concepções prévias. Para Bachelard (1996), as concepções prévias que os estudantes apresentam podem impedir que o professor entenda porque este estudante não aprende, o que caracteriza o obstáculo pedagógico. Assim, Bachelard menciona “acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. (...) O educador não tem o senso do fracasso” (BACHELARD, 1996, p. 23-24).

Em sua obra “A psicanálise do Fogo” Bachelard (2008) escreve “mas a arte de *atiçar*, que aprendi com meu pai, permaneceu em mim como uma vaidade” (BACHELARD, 2008, p. 13), onde se pode perceber a importância dada pelo indivíduo ao seu conhecimento prévio, ingênuo. Isso torna ainda mais necessário que o professor conheça os conceitos prévios que o estudante apresenta, a fim de mediar a aprendizagem partindo deste conhecimento.

Bachelard (1996) não considera um ensino científico aquele formado apenas de resultados, para o autor:

Se não for explicada a linha de produção espiritual que levou ao resultado, pode-se ter certeza de que o aluno vai associar o resultado a suas imagens mais conhecidas. É preciso “que ele compreenda”, pois só se consegue guardar o que se compreende (BACHELARD, 1996, p. 289).

Assim, nota-se que o caráter problematizador existente nos OVAs, e a frequência da utilização dos computadores pelos estudantes pode oferecer grandes contribuições para que o processo de aprendizagem realmente ocorra.

Desta forma busca-se, com a utilização dos OVAs como ferramenta metodológica de Ensino promover a relação de troca entre professor e estudante e entre o ambiente virtual e, o estudante com os conceitos, buscando promover o desenvolvimento do pensamento, já que a utilização dos recursos tecnológicos pelos estudantes é parte diária de sua vida.

Assim, relaciona-se o meio social em que os estudantes se encontram com o modo de abordar os conteúdos discutidos durante o terceiro ano do Ensino Médio. Com isso percebe-se a aproximação entre as teorias propostas e abordadas por Bachelard e Ausubel.

## **1.2 A mediação tecnológica no processo de ensino aprendizagem**

Para Snow (1995), a Revolução Científica promove transformações sociais em grande velocidade, o que deverá gerar mudanças na educação.

De acordo com Postman:

As novas tecnologias mudam aquilo que entendemos como “conhecimento” e “verdade”; elas alteram hábitos de pensamento profundamente enraizados, que dão a uma cultura seu senso de como é o mundo – um senso do que é ordem natural das coisas, do que é sensato, do que é necessário, do que é inevitável, do que é real (POSTMAN, 1994, p. 22).

A ciência e a tecnologia estão presentes em todos os setores da vida contemporânea e estão causando profundas transformações econômicas, sociais, culturais e comportamentais. Assim, percebe-se que a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação possuem caráter transformador, pois podem alterar o que pensamos e sobre o que pensamos.

De acordo com Giordan (2008),

Estamos certos de que as tecnologias são instrumentos que exercem funções mediadoras importantes nas atividades humanas, pois são atributos exclusivos da nossa forma de nos relacionarmos com o mundo (GIORDAN, 2008. p. 104).

Para Bachelard (2000), a ciência é um produto do espírito humano, produto conforme as leis de nosso pensamento e adaptado ao mundo exterior.

Para Mayr (2005), “Ciência é o esforço humano para alcançar um entendimento melhor do mundo por observação, comparação, experimentação, análise, síntese e conceitualização” (MAYR, 2005. p. 27).

Dessa forma nota-se que a ciência, assim como a tecnologia está em constante transformação e expansão e tem como proposta o desenvolvimento humano, sendo, portanto, um bom motivo para que sejam bem empregadas pela escola.

Para Giordan (2008), a memória humana deverá passar por transformações qualitativas, visto que o armazenamento de dados pelo computador tende a modificar os processos mentais.

Porém, como ressalta o documento da UNESCO (2003):

É importante não perder de vista que as novas tecnologias não substituem nenhuma forma de comunicação humana; pelo contrário, elas ampliam o campo das relações humanas e o número de caminhos pelos quais podemos manter contato entre nós” (UNESCO, 2003, p. 18).

Conforme Sancho (2006) a utilização das tecnologias de informação e comunicação torna-se uma nova forma de lidar com a aprendizagem, com as relações de poder, com o repertório de signos, a gestão, o acesso e o armazenamento da informação, as distâncias, o tempo e o espaço.

Ainda de acordo com o documento da UNESCO (2003):

O que caracteriza a revolução tecnológica atual não é o caráter central do conhecimento e da informação, mas a aplicação desse conhecimento e dessa

informação a sistemas de geração de conhecimento e processamento da informação/comunicação em um circuito de retroalimentação cumulativo entre a inovação e os seus usos (UNESCO, 2003. p. 18).

Assim, é importante que o professor possua, de acordo com Pedrancini et al (2007), além dos conhecimentos específicos, conhecimentos sobre os processos psicológicos envolvidos na aprendizagem conceitual. Isso promove mudanças no comportamento do professor no decorrer da aula, priorizando o processo de aprendizagem que é particular de cada estudante.

Para Moran (2012), a escola é uma das instituições mais resistentes a mudanças, junto com as grandes igrejas tradicionais. Essas escolas conservadoras e deficientes atrasam o desenvolvimento da sociedade e retardam as mudanças.

De acordo com Marandino et al (2009) a escola precisa passar por profundas transformações.

Na sociedade contemporânea, as rápidas transformações no mundo do trabalho, o avanço tecnológico configurando a sociedade virtual e os meios de informação e comunicação que incidem fortemente na escola aumentam os desafios para torná-la uma conquista democrática efetiva (MARANDINO, SELLES, FERREIRA, 2009, p.10).

Transformações estas que devem incluir a formação dos professores, com a oferta de formação continuada, melhorias no espaço físico escolar, disponibilização de recursos tecnológicos e de profissionais que auxiliem os professores no desenvolvimento de atividades complementares.

Essas mudanças também podem e devem ser percebidas no preparo e desenvolvimento das aulas, já que estas podem contar com uma grande variedade de recursos midiáticos que podem contribuir para formação de cidadãos mais ativos, conscientes e críticos.

De acordo como documento da UNESCO (2003):

É possível prever que o impacto das novas tecnologias afetará não só os meios a serem utilizados nas instituições educativas como todos os elementos do processo educativo, entre eles os seguintes: a valorização da ideia da instituição escolar como centro do saber; a transformação da infraestrutura; a modificação do papel do professor e do aluno; a influência sobre os modelos de organização e gestão; o surgimento de novas figuras e instituições no contexto da educação; a influência sobre as metodologias, estratégias e instrumentos de avaliação, assim como os meios postos à disposição dos participantes no ato de instrução (UNESCO, 2003. p. 19).

As novas tecnologias entram na escola de forma pacífica, às vezes promovendo rupturas e, de acordo com Marandino et al (2009) exigindo novos espaços, nova formação dos profissionais, novas relações entre pessoas e destas com o conhecimento. Dessa forma, produzem mudanças em diversos elementos da cultura escolar.

A utilização de recursos tecnológicos na escola deve constar de seu projeto político pedagógico, estando de acordo com este, com as concepções de aprendizagem, objetivos e metas de ensino.

Para Marandino et al (2009), a prática social do professor é complexa, carregada de conflitos de valor e que exige posturas éticas e políticas. Ser professor requer inúmeros saberes, sendo eles científicos, pedagógicos, educacionais, além de exigir grande sensibilidade.

Justamente por isso, se fazem necessários meios que auxiliem o trabalho do professor e, também que venham a contribuir com a aprendizagem dos estudantes. É pensando dessa forma, que se propõe a utilização dos OVAs como recurso metodológico de ensino.

É importante que os professores saibam a prática e também a teoria sobre as TICs, para que possam propiciar esse conhecimento a seus estudantes. Não somente substituir materiais didáticos, mas fazer atividades novas com esses recursos, atividades que não se pode realizar somente com o giz e o quadro negro. Ser inovador na forma de utilizá-las, tornando-se um diferencial no processo de ensino e aprendizagem.

Para Miquelin et al (2010) “o uso de tecnologias torna-se desprovido de sentido se não estiver aliado a um processo educacional comprometido com o desenvolvimento humano”.

Entretanto, a implantação de laboratórios de informática nas escolas públicas nem sempre é vantajosa, pois conforme Gallo e Pinto (2010), o crescente uso desse recurso revela a falta de preparo dos professores, que não contam com cursos de formação continuada, mostrando em sala de aula, muitas vezes, sua falta de habilidade com a utilização destes meios.

De acordo com Bachelard (2000), para forjar novas formas de pensamento, deve-se considerar o fato de que o espírito humano é dotado de uma inércia muito grande.

Portanto, a formação do docente nessa área poderia ser melhorada pelos governantes, através da oferta de cursos de capacitação e, também cobrada destes profissionais, já que muitos não buscarão novos recursos sozinhos.

A educação não se faz com professores mal preparados. Para Moran (2012), muitos professores começam a lecionar sem uma formação adequada, principalmente do ponto de vista pedagógico. Conhecem o conteúdo, mas não sabem como gerenciar uma classe, como motivar diferentes estudantes, que metodologia utilizar para facilitar a aprendizagem.

Para Ausubel et al (1987)

Deve-se confiar menos na crença popularmente aceita de que, com certa dose de crítica e bom senso inatos, qualquer professor com boa vontade, independentemente da formação pedagógica, está apto a tomar as decisões certas em sala de aula (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1987, p. 7).

Os professores são fundamentais para que se possam gerar mudanças significativas na sociedade, daí a importância de se investir na formação destes profissionais, pois, com uma melhor formação e valorização dos docentes, os estudantes terão acesso a aulas mais elaboradas e enriquecedoras.

Para Marandino et al (2009), a transformação da prática do professor decorre de uma ampliação de sua consciência crítica, que possivelmente poderá se dar através de sua formação.

Com isso percebe-se que além da implantação, aumento e manutenção das salas informatizadas faz-se necessário preparar os professores, instruindo-os a conhecer e saber utilizar as novas metodologias de ensino, a fim de aproveitar melhor a disponibilidade desses recursos. Além do seu uso, é necessário que os professores tenham condições de promover discussões acerca de tecnologias, não apenas na educação, mas em todos os setores da sociedade, promovendo dessa forma um pensar crítico sobre a inserção e uso da mesma na sociedade.

De acordo com Postman (1994), o que se precisa refletir sobre o computador não tem a ver com sua eficiência como ferramenta de ensino. “Precisamos saber de que maneira ele vai alterar nossa concepção de aprendizado e como, em conjugação com a televisão, ele minará a velha ideia de escola” (POSTMAN, 1994, p. 28).

É possível que quando os recursos tecnológicos de informação e comunicação disponíveis sejam aproveitados da melhor maneira, uma nova realidade escolar seja

implantada. Para Bachelard (1984), “é impossível educar por simples referência a um passo de educação. O mestre deve aprender ensinando, fora do seu ensino” (BACHELARD, 1984, p. 120).

Esse aprender do professor fora de seu ensino pode ser entendido como a formação continuada, visto que a maioria das mudanças que acontecem no ensino são impostas por secretarias de educação, sem o real preparo do professor para determinada situação. Assim, grande parte dos professores convive com as alterações tecnológicas em seu dia a dia, mas eles não trazem a praticidade e eficiência desses recursos como método de ensino, muitas vezes por desconhecimento.

Para Marandino et al (2009), essas novas tecnologias educativas, geradas em outros contextos, carregam também outra cultura, uma forma particular de produção e apropriação de saberes. Assim, a aquisição da informação dependerá cada vez menos do professor.

Para Moran (2012), as tecnologias podem hoje trazer dados, imagens, resumos de forma rápida e atraente. Portanto, o principal papel do professor é ajudar o estudante na interpretação desses dados, a relacioná-los, a contextualizá-los. De acordo com o documento da Unesco (2003), a importância do professor se dá na transformação de uma informação crua em um corpo de conceitos, conhecimentos e teorias.

Moran (2012), afirma que,

Quanto mais informação, mais difícil é conhecer. A facilidade cria a acomodação, a confusão, a dificuldade de escolher, a permanência das convicções. [...] O conhecimento precisa também de reflexão, de capacidade de concentração, o que é difícil diante de tantos estímulos sensoriais. (MORAN, 2012. p. 44).

O grande acesso, por parte dos estudantes, a mais variada gama de dados, pode facilitar a construção de seus próprios saberes, porém, também pode contribuir para o desenvolvimento de obstáculos epistemológicos e ainda promover o aumento do obstáculo pedagógico pois, havendo um grande número de informações disponíveis o professor não entende o motivo da não compreensão, desta informação, pelos estudantes. Portanto, para que um conceito seja assimilado deve-se ampliar a compreensão de seu significado, e a relação desse conceito com outros que sejam

próximos, condições essas que podem ser oferecidas pelo professor e pela metodologia adotada por este.

Atualmente, como denota Spinelli (2005), os estudantes vêm para a escola com uma grande quantidade de informação, muito diferente de décadas atrás, porém, essa não é racionalizada pelo estudante, que pode não apresentar visão crítica e depurada sobre as informações adquiridas. Isso torna o papel do professor ainda maior, como mediador na construção do saber.

Novas situações de aprendizagem estão sendo pensadas a partir do uso de recursos tecnológicos. Baseado em Spinelli (2005) o uso desses recursos tecnológicos devem possibilitar uma grande quantidade de estratégias mentais, muito além do desenvolvimento de tarefas repetitivas, demoradas e de coleta de dados.

Segundo Moran (2012), não basta apenas colocar os alunos na escola. Faz-se necessário oferecer-lhes uma educação instigadora, provocativa, dinâmica, estimulante, ativa desde o começo e em todos os níveis de ensino. Muitos alunos estão submetidos a modelos engessados de ensino, o que não contribui para sua aprendizagem científica.

O uso inteligente, racional e crítico de instrumentos tecnológicos possibilitam o desenvolvimento da capacidade criativa dos estudantes contribuindo para que a educação torne-se instigadora.

Para Pedrancini et al (2007), a maioria do saber científico transmitido na escola é rapidamente esquecido pelos estudantes, voltando a prevalecer os conhecimentos de senso comum, as concepções alternativas.

Uma das formas que pode contribuir para tornar o estudante mais próximo dos conceitos científicos é o uso de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, visto que esses facilitam a relação entre os conceitos abordados. Mas é preciso que haja informação ética, científica, tecnológica e de valores sobre a forma como se dá esse uso, buscando fazê-lo de forma consciente e crítica, permitindo que o estudante desenvolva sua própria posição sobre a tecnologia e a forma como ela está inserida na sociedade. Assim, pode ser esse, um meio de se evitar o rápido esquecimento do saber científico.

Faz-se necessário também, que o professor conheça as concepções prévias dos estudantes, para que assim possa elaborar e desenvolver suas metodologias de modo eficaz, na qual proporcione ao estudante abandonar ou modificar seus conceitos alternativos, a fim de desenvolver neste, o espírito científico.

Para Bachelard (1996), “se queremos aquilatar as dificuldades de formação do espírito científico, não será bom examinar, primeiro, os espíritos confusos, a fim de delinear os limites entre os erros e a verdade?” (BACHELARD, 1996. p. 112).

O professor, em sala de aula poderá verificar os conceitos prévios apresentados pelos estudantes e, a partir destes observar que material didático apresenta maior potencial significativo.

Para Ausubel et al (1987)

Os professores devem decidir o que é importante para que seus alunos aprendam, discernir quais as disciplinas que estão prontos para aprender, dosar adequadamente a transmissão de informações e decidir sobre a quantidade adequada e o grau de dificuldade das tarefas de aprendizagem (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1987, p. 9).

Como afirma Krasilchik (1987), o professor é o profissional que tem contato imediato com os estudantes, sendo que estes são o motivo das transformações pretendidas. Neste contexto é o professor quem decide quais materiais e metodologias serão utilizados em última instância.

De acordo com Santos e Greca (2011),

Para que o aluno exponha o seu pensamento durante o ensino, é necessário, ou melhor, indispensável, o planejamento de uma atividade que dê oportunidade de promover uma ampla participação e envolvimento destes, mas, além disso, o professor precisa estar preparado para conduzir a argumentação em classe – entre professor/alunos e alunos/alunos (SANTOS e GRECA, 2011. p. 18-19).

Percebe-se assim, a importância do papel do professor no processo de ensino aprendizagem, sendo este o principal responsável por mediar a relação entre o conhecimento científico e o estudante.

O professor atua como mediador, facilitador e fornecedor de recursos que permitem ensinar e aprender.

## **2 RELAÇÕES TECNOLÓGICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA**

### **2.1 Ensino de Biologia e as Tecnologias**

De acordo com Melo e Carmo (2009), no início dos anos 50, a Biologia no Ensino Médio priorizava conteúdos mais generalizados que contribuíam mais para o convívio social do que para o saber científico e era dividida apenas no ensino de Botânica, Zoologia e Biologia Geral.

Com a implantação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 20 de dezembro de 1961 o ensino de Biologia passou por uma grande modificação, no qual, de acordo com Krasilchik (2005), foram incluídos em seu currículo um novo e amplo conjunto de assuntos, indo da Ecologia e Genética de populações até a Genética Molecular e a Bioquímica.

A partir dos anos 60 surgiram institutos de ensino de Ciências no Brasil, com o intuito de produzir materiais didáticos que auxiliassem os professores de Ensino Fundamental e Médio, já que até então, de acordo com Nardi (2005), os materiais usados para o ensino eram importados dos EUA e da Inglaterra, não fazendo correspondência com a realidade cultural e com a biodiversidade brasileira.

Para Marandino et al (2009) a modernização e a consolidação das ciências biológicas diante do conjunto das chamadas Ciências Naturais, alimentadas grandemente pelo prestígio das pesquisas biomoleculares, ganharam enorme impulso com a Engenharia Genética, que se acelerou a partir dos anos 1980.

De acordo com Costa et al (2011) o século XXI é caracterizado pela quantidade de conhecimento científico que é produzido, principalmente nas áreas relacionadas à genética e às tecnologias a ela arroladas.

As novas áreas da Biologia - Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética apresentam-se com grande influência social, já que interferem diretamente na vida das pessoas. O professor de Biologia é, então, levado, necessariamente, a instigar a reflexão e o sentido crítico de seus estudantes, levando-os a mudanças de entendimento do mundo.

Cabe ao professor instigar o estudante a observar as vantagens e desvantagens do desenvolvimento biotecnológico, analisando os aspectos legais, éticos, morais, religiosos, sociais, econômicos e ambientais.

De acordo com Krasilchik (2005):

O conceito de Biologia como ciência só aparece em 50% dos programas de ensino. Sendo que a relação entre ciência, tecnologia e sociedade aparece ainda menos, o que indica a falta de análise das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, tão presente por sua importância nos currículos das disciplinas científicas (KRASILCHIK, 2005, p. 18).

De acordo com Almeida et al (2011) grande parte dos estudantes passam pelo ensino básico sem se deparar com os fatos biológicos modernos, e a escola, detentora do papel social de democratização do conhecimento deve permitir que o estudante se familiarize com o que acontece no mundo científico a sua volta. Permitir que os estudantes discutam temas polêmicos na sala de aula fornece a escola o poder de participar da formação do espírito científico.

No Ensino Médio, uma etapa relevante da vida do indivíduo, os estudantes terão um embasamento que os prepare para a sequência de estudos e também para a vida, embasamento esse, que possibilita o aprendizado dos principais fundamentos de Genética.

De acordo com Bonzanini e Bastos (2011), para se posicionar perante os questionamentos e relevância do avanço científico e tecnológico da Genética, os indivíduos dependem da educação científica fornecida pela escola.

Justamente por que, de acordo com Yamazaki (2010), apesar de a mídia divulgar constantemente o conhecimento científico produzido, o público raramente o entende, continuando a explicar os fenômenos hereditários usando conhecimentos cotidianos.

Assim, para Marandino et al (2009) as diferenças dos materiais didáticos utilizados pelos professores são percebidas pois:

As práticas pedagógicas e os materiais didáticos produzidos nos diferentes momentos históricos expressam também as influências múltiplas que a disciplina escolar Biologia veio sofrendo. Por meio da análise dessas produções, é possível identificar elementos que auxiliam a melhor compreensão de como o ensino de Ciências e Biologia vem sendo pensado (MARANDINO, SELLES, FERREIRA, 2009, p. 81).

Os professores de educação básica devem, constantemente, participar de formação continuada e buscar conhecer materiais didáticos disponíveis para a implementação de sua metodologia, já que esta influencia grandemente a aprendizagem.

De acordo com Giordan (2008), os computadores chegaram às escolas e os professores continuam exercendo sua profissão, sem que tenham sido substituídos por estas máquinas. Porém, exige-se muito mais destes profissionais para se trabalhar num mundo governado por redes, sejam estas de informação, produção ou até mesmo de poder. Assim, o computador deverá ser utilizado para fortalecer as redes de relações culturais e especialmente as relações educacionais.

Moran et al (2000) infere que “a tecnologia apresenta-se como meio, como instrumento para colaborar no desenvolvimento do processo de aprendizagem” (MORAN, MASETTO, BEHRENS, 2000, p. 139). Dessa forma percebe-se que a tecnologia não é a solução para todos os problemas, mas pode ser amplamente utilizada no processo de ensino aprendizagem, desde que tenha o professor como mediador deste conhecimento.

Ainda para Moran et al (2000) o professor mediador deve “cooperar para que o aprendiz use e comande as novas tecnologias para suas aprendizagens e não seja comandado por elas ou por quem as tenha programado” (MORAN, MASETTO, BEHRENS, 2000, p. 145).

Para Krasilchik (2005), embora tenha ocorrido uma nítida mudança no currículo do ensino de Biologia, o mesmo não aconteceu com o método de ensino, no qual o estudante não tem a oportunidade de participar do processo da pesquisa científica, sendo feito de forma descritiva, com excesso de terminologia sem vinculação com a análise do funcionamento das estruturas estudadas.

Para Melo e Carmo (2009), devido à abstração dos conceitos abordados no ensino de Ciências Biológicas, especialmente Genética, torna-se consensual entre docentes e discentes a dificuldade conceitual no processo de ensino-aprendizagem. Entre os educadores do ensino de ciências é unânime a necessidade de se incorporar e programar métodos de aprendizado ativos e interativos, como prevê os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). A proposição de diferentes recursos didáticos é uma das principais alternativas facilitadoras do processo de ensino aprendizagem.

Além disso, a comunicação entre professor e estudante também é um dos determinantes da dificuldade de compreensão do conteúdo de Biologia pelos estudantes, pois conforme Krasilchik (2005), alguns problemas específicos relativos à comunicação oral podem ser a incompreensão do vocabulário, no qual os alunos atribuem aos termos significados diferentes dos atribuídos pelo professor; o excesso

de vocabulário técnico que o professor usa em suas aulas leva muitos estudantes a pensar que a Biologia é só um conjunto de nomes que devem ser memorizados.

Desta forma percebe-se a importância do papel do professor como mediador, para Moran et al (2000) o verdadeiro papel do professor é como mediador entre o estudante e sua aprendizagem, sendo este o facilitador, incentivador e motivador da aprendizagem.

De acordo com Ausubel (2003), para o estudante, a palavra só passa a ter significado quando este tem exemplos e oportunidades suficientes de aplicá-las, portanto, quando o estudante consegue relacionar o novo conceito aos conceitos anteriormente aprendidos, este se torna significativo, permanecendo em sua memória por maior tempo e servindo de base para a compreensão de novos conceitos. Embora, muitas vezes os estudantes usem palavras científicas, isso não quer dizer que eles saibam os reais significados destas.

De acordo com Pedrancini et al (2007), durante o processo de ensino e aprendizagem os estudantes constroem explicações próprias para os fenômenos biológicos, que podem ser inconsistentes com os princípios que se quer ensinar. O que, de acordo com Bachelard (1996), pode contribuir para a permanência dos obstáculos epistemológicos.

Portanto, a dificuldade de ensino de Biologia deve-se à complexidade dos conceitos aí envolvidos e à forma como o ensino é organizado. Ainda para Pedrancini et al (2007) a fragmentação dos conteúdos dificulta a aprendizagem, já que reduz a possibilidade de interação entre os mesmos. Isso restringe o estudante a cumprir tarefas repetitivas, sem sentido, que valorizam somente a reprodução do conhecimento, não a sua aplicação.

O estudo de Genética requer um extenso e complexo vocabulário, que somado às dificuldades de compreensão e diferenciação dos conceitos envolvidos, dificultam ainda mais sua aprendizagem. A aprendizagem desses conceitos pode ser mais efetiva com a utilização de ferramentas que tornem o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, o que pode contribuir para o maior envolvimento do estudante.

Para ajudar o estudante a lidar com a abstração dos conteúdos de Biologia expressa em ilustrações do livro didático ou em esquemas nos quadros de giz, Marandino et al (2009) afirma que, nós, professores, precisamos lançar mão de

aparatos e artefatos construídos e utilizados em um contexto distinto do escolar, os quais se tornam indispensáveis para o ensino e aprendizagem desses conteúdos.

Para Martinez et al (2008), a grande quantidade de conceitos necessários à aprendizagem de Genética, exige a complementação prática, já que tais conceitos são de difícil assimilação. Assim, as Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino mostram-se promissoras. Além disso, as atividades lúdicas complementam o conteúdo teórico permitindo maior interação entre conhecimento – professor - estudante, trazendo contribuições para o processo de ensino aprendizagem, pois uma das grandes dificuldades encontradas por professores de Ciências e Biologia refere-se à sensibilização dos estudantes para a compreensão de conteúdos teóricos.

A escolha dos objetos virtuais por parte do professor e a utilização destes pelos estudantes, promove maior interação entre o professor, estudante, recurso metodológico e conteúdo que estão sendo trabalhados, o que pode contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Krasilchik (2005) defende que:

Uma mudança que se impõe é a substituição das aulas expositivas por aulas que se estimule a discussão de ideias, intensificando a participação dos alunos, por meio de comunicação oral escrita ou visual (KRASILCHIK, 2005, p. 58).

Para aprender Genética no Ensino Médio, Camargo et al (2007) também defendem que o estudante precisa conhecer vários conceitos, que atuam como requisitos mínimos para sua compreensão. Sendo que a Genética Humana é mais atrativa aos estudantes, já que permite trabalhar com temas transversais, que envolvem ética, política e sociedade.

Porém, antes de iniciar o conteúdo científico de Genética é necessário que o professor investigue as concepções prévias dos estudantes, para que a aprendizagem se inicie a partir delas.

Dessa forma percebe-se a relevância dos conceitos abordados pelos teóricos adotados nesta pesquisa, Ausubel e Bachelard, onde estes inferem a importância do conhecimento que o estudante apresenta. Ausubel (2003) considera o conhecimento prévio o fator determinante para o processo e ensino aprendizagem, enquanto, Bachelard ressalta que, as concepções prévias que o estudante apresenta podem dificultar a apropriação do conhecimento científico pelo mesmo.

Destaca-se então a necessidade que o professor tem de conhecer as concepções prévias dos estudantes, para que desta forma se possa elaborar uma metodologia de ensino de forma eficaz, permitindo a reestruturação do conhecimento pelo aprendiz, que poderá se apropriar do conhecimento científico.

Krasilchik (2005) denota que a modalidade didática escolhida pelo professor poderá ser complementada vantajosamente por recursos tecnológicos, mas para isso é necessário que os docentes conheçam sua utilidade, já que ainda esses instrumentos são pouco utilizados. Sobre a utilização do computador a autora comenta:

O computador serve para fornecer dados e permitir a participação do aluno na solução de problemas. Trabalhando no seu próprio ritmo, o aluno se envolve em simulações de experiências que seriam inviáveis no laboratório o que permite a análise imediata dos resultados e, quando necessário a revisão de suas hipóteses e a reformulação de seus projetos (KRASILCHIK, 2005, p. 111).

De acordo com Bachelard (1996) “expliquemos os fenômenos complicados com material formado de fenômenos simples, exatamente como se esclarecer uma ideia complexa decompondo-a em ideias simples” (BACHELARD, 1996. p. 98).

Os conteúdos abordados em Biologia podem ser trabalhados fazendo-se uso de recursos tecnológicos, desde que estes estejam disponíveis na escola, apresentem potencial significativo para os estudantes e sejam de conhecimentos dos professores. Para trabalhar as áreas de Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética Mendeliana, fez-se uso, neste trabalho, de OVA.

## **2.2 Objetos Virtuais de Aprendizagem e o Ensino de Genética, Biologia Molecular e Biotecnologia**

Para Moran (2012), os principais obstáculos para a aprendizagem inovadora são:

Um currículo engessado, conteudista; a formação deficiente de professores e alunos; a cultura da aula tradicional, que leva os professores a privilegiarem o ensino, a informação e o monopólio da fala. Também são obstáculos: o excessivo número de alunos, de turmas e de matérias que muitos professores assumem e a obsessão pela preparação para o vestibular das melhores universidades, o que concentra a atenção no conteúdo provável desse exame e não na formação integral do adolescente (MORAN, 2012, p.45).

Apesar dos obstáculos mencionados por Moran (2012), pode-se perceber, que muitos professores buscam, com recursos próprios muitas vezes, meios que facilitem sua prática pedagógica e que contribuam para a aprendizagem dos estudantes.

Para Krasilchik (2005), uma parcela significativa das informações em Biologia é obtida por meio da observação direta dos organismos ou fenômenos ou por meio de observação de figuras, modelos, entre outros. Contudo, nem sempre é possível observar diretamente o objeto em estudo, que é então substituído por ilustrações.

Ainda para a autora,

Embora seja amplamente reconhecido o potencial dos recursos audiovisuais no ensino de Biologia, os dados disponíveis indicam que são pouco ou mal utilizados. No entanto, a tecnologia moderna e sofisticada usada nos filmes, televisão, entre outros, faz parte do dia-a-dia do aluno, aumentando as barreiras entre a vida e a escola (KRASILCHIK, 2005, p.63).

Desta forma, nesta pesquisa procurou-se substituir os organismos e fenômenos e as aulas tradicionais de quadro e giz por objetos virtuais que permitem interação e observação mais detalhada por parte dos estudantes.

Para Giordan (2008) “a combinação de diferentes formas de representação e ação pode vir a desencadear processos de produção de sentido de alto valor cognitivo” (GIORDAN, 2008. p. 128).

Dentro dos métodos ou recursos didáticos encontram-se os objetos virtuais de aprendizagem (OVAs) que, por apresentarem grande capacidade de interação estudante-ambiente virtual, estudante-conteúdo, estudante-professor e estudante-estudante, podem promover a mediação dos conceitos ministrados com a realidade do aluno, fazendo com que este compreenda o conteúdo associando-o à sua vivência.

Para Andrade e Scarelli (2011), os espaços virtuais com aplicação de tecnologias de informação e comunicação resultam numa nova abordagem pedagógica, com diferentes formas de interações e de acesso fácil e rápido a uma grande quantidade de informações.

Ainda não há um conceito universal de objetos de aprendizagem e, de acordo com Mercado et al (2009), talvez porque este campo de conhecimento é relativamente novo, principalmente no Brasil, no qual a produção desses recursos teve início somente em 2004. Provavelmente isso favoreceu o desconhecimento e pouca utilização desses instrumentos pelos professores.

O Objeto virtual de aprendizagem é definido por Gallo e Pinto (2010), Spinelli (2005), Mercado et al (2009), Andrade e Scarelli (2011) como todo recurso digital que pode ser usado, reutilizado ou provido durante a aprendizagem para apoiar este processo. Pode ser combinado a outros objetos para a formação de um ambiente rico e flexível, sendo uma representação virtual de diversos contextos e temas. Deve ter um propósito bem definido, estimulando a reflexão do estudante em diversos contextos. Pode envolver um único conceito bem como toda uma teoria. É uma situação, ou deve ser, na qual o estudante é envolvido por um contexto que exige a compreensão de determinados conceitos científicos. Assim, são recursos digitais que auxiliam o processo de ensinar e aprender, enriquecendo a prática do professor e facilitando a compreensão pelos estudantes.

Os objetos virtuais permitem experimentar diferentes aspectos e situações de um mesmo conteúdo, pois conforme Andrade e Scarelli (2011), isso possibilita o surgimento de novas ideias, o confronto de conceitos, desperta a curiosidade, auxilia na solução de problemas, na investigação de conceitos e fenômenos. Porém, muitas dessas possibilidades são inacessíveis e inviáveis para a escola através do uso de outros meios como o laboratório de Ciências, muitas vezes pela falta de segurança e/ou falta de materiais, ainda mais quando envolve conceitos de Genética.

O uso de OVAs, de acordo com Mercado et al (2009), promove a construção de vários conceitos através de atividades exploratórias, que permitem grande interatividade, uma vez que a aprendizagem é um processo individual, uma experiência particular de cada indivíduo, que depende de como a estrutura cognitiva do indivíduo está organizada. As simulações através de jogos virtuais de aprendizagem permitem que o indivíduo aprimore ou até mesmo reconstrua seus sistemas de significações, o que interfere com veemência no processo de aprendizagem.

Para Giordan (2008), um ambiente de simulação pode estimular a criação e representações mentais por parte do estudante, este passa a reconhecer nos modelos simulados uma instância intermediária entre suas representações internas e as representações externas do fenômeno.

Programas de TV, produções cinematográficas que tratam de temáticas modernas das Ciências Biológicas, como a questão da clonagem humana são, conforme mencionam Marandino et al (2009), utilizados pelos professores, com o

intuito de promover e motivar debates, aprofundar os conteúdos e apresentar diferentes visões sobre o mesmo assunto.

Andrade e Scarelli (2011) argumentam que, apesar da existência e disponibilidade de acesso aos OVAs, muitos professores não os utilizam em sala de aula, algumas vezes por resistência ou até mesmo por desconhecimento. Aí se dá a importância da divulgação de OVAs e capacitação dos professores para o seu uso.

De acordo com Gallo e Pinto (2010), quando o professor efetivamente conhece os OVAs sente-se mais seguro para realmente fazer uso deste em sua prática docente.

O recurso tecnológico deve contribuir para fazer algo que não possa ser feito sem ele, portanto, seu uso deve transformar o processo de ensino aprendizagem, não sendo apenas uma réplica virtual de uma aula tradicionalmente expositiva.

Para Mercado et al (2009), a utilização do OVAs possibilita ao estudante testar diferentes caminhos para a formulação de um conceito. Permite ao professor acompanhar a evolução temporal das relações, causa e efeito, fazer animações, simulações, dentre outras possibilidades.

Para a elaboração de um objeto virtual Spinelli (2005) determina que se deve partir da realidade de aplicação dos conceitos, depois se definem as metas idealizando um contexto para o desenvolvimento da atividade, seleciona-se as informações relevantes, traça-se um roteiro de produção, acompanha-se a programação, avalia-se os resultados e conduz-se a aplicação do objeto. O sucesso da utilização dos objetos virtuais de aprendizagem é avaliado sob o ponto de vista de quem o projetou e também de quem o utiliza, sendo que esse último relacionado ao aprendizado dos conceitos envolvidos no objeto.

Na busca pela melhoria da aprendizagem dos estudantes, como enfatizam Melo e Carmo (2009), muitos professores recorrem à utilização de materiais lúdicos (jogos, dramatizações simulação, multimídias e softwares). Atividades coletivas também auxiliam esse processo, pois propiciam discussões e a elaboração conjunta de ideias e práticas, permitindo que o estudante seja desafiado pela atividade proposta e também pelos outros colegas participantes.

Faz-se necessário ressaltar, como denota Bachelard (1984) que “sem teoria nunca saberíamos se aquilo que vemos e aquilo que sentimos correspondem ao mesmo fenômeno” (BACHELARD, 1984. p. 13).

Assim, o conhecimento teórico-científico adquirido pelo estudante na escola permitirá que este compreenda os fenômenos naturais, porém para que este conhecimento seja significativo deverá associar-se a um conceito subsunçor já existente na estrutura cognitiva do estudante.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na primeira fase da pesquisa foram amostrados 46 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, turmas A e C dos períodos matutino e noturno, respectivamente, de um Colégio Estadual do município de Antônio Olinto (PR). Investigou-se o perfil dos estudantes amostrados, posteriormente, avaliaram-se os conceitos prévios destes mesmos estudantes por meio de um pré-teste, no qual os estudantes foram questionados sobre Genética Mendeliana, Biotecnologia e Biologia Molecular.

Utilizou-se para coletar dados, para o pré-teste e pós-teste, um questionário constituído por 45 questões fechadas (escala tipo Likert) disponível no apêndice A.

Escala Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada comumente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação na qual as opções de respostas variam em número de um a cinco ou mais. (LIKERT, 1932, p. 1-55 *apud* BORGES et al, 2011).

Este questionário, fundamentado na escala desenvolvida por Rensis Likert em 1932, atende a cinco possibilidades de respostas, são elas: (1) discordo plenamente, (2) discordo, (3) sem opinião, (4) concordo, (5) concordo plenamente. Onde os estudantes foram informados que deveriam responder discordo plenamente ou concordo plenamente somente se tivessem certeza de que a resposta estaria errada ou correta, respectivamente. Em caso de o estudante acreditar que a resposta está correta ou errada, mas não tem certeza, deverá responder, respectivamente, concordo ou discordo.

De acordo com Ferrai e Tarumoto (2009) “as afirmações devem ser classificadas em favoráveis e desfavoráveis e para cada afirmação deverão ser atribuídos graus de favorecimento e desfavorecimento” (FERRAI e TARUMOTO, 2009. p. 45).

São consideradas favoráveis as respostas obtidas entre os valores 4 e 5, pois estes valores indicam a resposta correta à questão; as respostas com valor três são consideradas neutras no pré-teste, onde considera-se normal que o estudante não tenha opinião sobre o assunto e, desfavoráveis no pós-teste, pois o estudante já teve contato com o conteúdo, então acredita-se que este deva ter uma opinião sobre o

mesmo. As respostas com valores 1 e 2 são consideradas desfavoráveis, pois indicam a resposta errada para a questão avaliada.

Ainda para Ferrai e Tarumoto (2009), a utilização de métodos como a Escala Likert está se tornando cada vez mais comum entre os estatísticos, e esta análise permite a padronização e a obtenção de valores para as medidas de tendência central e também para o alfa de Cronbach.

O questionário foi dividido em três grupos de perguntas, o primeiro grupo refere-se à Biotecnologia, o segundo grupo refere-se à Biologia Molecular e o terceiro grupo de perguntas refere-se à Genética Mendeliana. Optou-se por dividir as questões em grupos, pois assim haverá maior correlação entre as variáveis para o mesmo grupo. Para Ferrai e Tarumoto (2009) “todas as variáveis dentro de um particular grupo são altamente correlacionadas entre si, mas tem relativamente pequena correlação com variáveis de um grupo diferente” (FERRAI e TARUMOTO, 2009. p. 47). Para Timossi et al (2009) a variância tende a se tornar nula quanto mais homogênea for a amostra.

A aplicação dos questionários para o perfil dos estudantes, pré-teste, pós-teste, e avaliação dos OVAs deu-se com a utilização do Moodle, que é definido por Pinto (2011), como “Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment - Moodle é um software livre, de apoio à aprendizagem, executado num ambiente virtual” (PINTO, 2011. p. 1).

Ainda de acordo com Pinto (2011),

Moodle é um programa voltado para programadores e acadêmicos da educação, constitui-se em um sistema de administração de atividades educacionais destinado à criação de comunidades on-line, em ambientes virtuais voltados para a aprendizagem colaborativa. Permite, de maneira simplificada, a um estudante ou a um professor integrar-se, estudando ou lecionando, num curso on-line à sua escolha (PINTO, 2011. p. 1).

Na situação desta pesquisa, o Moodle utilizado foi acessado a partir de um servidor remoto instalado na página da *web* do departamento de Física da UTFPR, a partir do qual se coletaram os dados para análise.

A análise dos dados obtidos no questionário de perfil dos estudantes, (apêndice B) de pré-teste e pós-teste e no questionário de avaliação dos OVAs (apêndice C), se deu com a utilização do programa *Statistica 10*, sendo este um Software utilizado para a análise de dados, a partir do qual se obteve os índices para alfa de Cronbach e medidas de tendência central.

Através da escala de valores fornecidos às respostas, foi possível quantificar os dados obtidos, sendo estes transferidos para o Excel, onde foram elaborados os gráficos.

Para análise da consistência interna do questionário foi calculado o coeficiente de Cronbach ( $\alpha$ ), sendo esta a estatística mais usada para medir a confiabilidade de um questionário, que para Maroco e Garcia-Marques (2006) é o primeiro passo para saber da sua validade.

De acordo com Almeida, Santos e Costa (2010) o alfa de Cronbach é uma ferramenta estatística que quantifica, numa escala de 0 a 1 a confiabilidade de um questionário. Ou seja, é a média das correlações entre os itens que fazem parte de um instrumento de pesquisa.

Ainda para Maroco e Garcia-Marques (2006), o índice  $\alpha$  estima a homogeneidade com que os itens contribuem para a soma não ponderada do instrumento, variando numa escala de 0 a 1. Esta propriedade é conhecida por consistência interna da escala, e assim, o  $\alpha$  pode ser interpretado como coeficiente médio de todas as estimativas de consistência interna que se obteriam se todas as divisões possíveis da escala fossem feitas. Quanto mais elevadas forem as covariâncias (ou correlações entre os itens) maior é a homogeneidade dos itens e maior é a consistência com que medem a mesma dimensão ou construto teórico. A tabela 1 exemplifica o grau de confiabilidade do  $\alpha$  de Cronbach.

**Tabela 1** - Escala de confiabilidade para o alfa de Cronbach.

<b>Valor de <math>\alpha</math></b>	<b>Confiabilidade</b>
$\alpha \leq 0,30$	Muito baixa
$0,30 < \alpha \leq 0,60$	Baixa
$0,60 < \alpha \leq 0,75$	Moderada
$0,75 < \alpha \leq 0,90$	Alta
$\alpha > 0,90$	Muito alta

Fonte: Freitas e Rodrigues (2005) *apud* Timossi et al (2009).

Para Maroco e Garcia-Marques (2006), de acordo com os critérios de recomendação de confiabilidade estimada pelo alfa de Cronbach, optou-se por seguir as orientações de confiabilidade de Nunnally, que considera um alfa de Cronbach aceitável quando está acima de 0,7.

No que diz respeito à estatística descritiva, nesta pesquisa foram analisados a média, mediana, moda e o desvio padrão, que, para Pocinho e Figueiredo (2000), as

medidas de tendência central são muito importantes, pois, “os indicadores de tendência central são capazes de nos mostrar como certa variável ou característica do grupo estudado se distribui utilizando apenas um número” (POCINHO E FIGUEIREDO, 2000. p.28).

De acordo com Salsa et al (2005), as medidas de tendência central trazem informações contidas nos dados estatísticos. Assim, pode-se dizer que estas medidas são valores de referência, em torno dos quais, outros valores se distribuem.

Salsa et al (2005) definem média como sendo uma medida que funciona como “ponto de equilíbrio” de um conjunto de dados, é representada pela letra grega  $\mu$  (mi). Para se calcular a média aritmética de um conjunto deve-se somar todos os valores obtidos e dividir este resultado pelo número de observações. Sendo a média, a medida de tendência central mais utilizada.

A mediana é definida por Salsa et al (2005) “como o valor que ocupa a posição central em um conjunto de dados ordenados” (SALSA, MOREIRA, PEREIRA, 2005. p. 7). Assim, a mediana tem a propriedade de dividir um conjunto de observações em duas partes iguais quanto ao número de seus elementos: o número de dados que são menores ou iguais à mediana é o mesmo que o número de dados que são maiores ou iguais a ela. Por não ser influenciada por valores extremos, a mediana representa melhor os dados observados.

Salsa et al (2005) define moda da seguinte forma:

Moda é o valor que aparece mais vezes, ou seja, é aquele que apresenta a maior frequência observada. Há situações nas quais ela não é única, pois pode acontecer de se ter, em uma série estatística, duas ou mais observações que tenham se destacado de forma idêntica, isto é, que tenham ocorrido com a mesma frequência máxima. Então, conforme o caso terá distribuições bimodais (duas modas), trimodais ou multimodais. Também é possível acontecer que todos os elementos tenham apresentado exatamente o mesmo número de ocorrências. Isso significa que não há moda, pois nenhum dado se destacou; o conjunto é, então, chamado amodal (SALSA, MOREIRA, PEREIRA, 2005. p. 14).

Assim, a moda é utilizada quando se busca encontrar uma medida rápida e de aproximação. Ainda de acordo com Salsa et al (2005) a moda é utilizada em trabalhos com variáveis qualitativas e também quando busca-se evidenciar o valor que mais apareceu.

Para as turmas A e B o questionário de perfil dos estudantes foi aplicado juntamente com o pré-teste, nos dias 21, 22 e 23 de maio de 2012. O questionário de

avaliação dos OVAs foi aplicado juntamente com o questionário pós-teste, nos dias 02, 03 e 04 de Julho de 2012. Nos meses de maio e junho deu-se a aplicação da sequência didática utilizando os OVAs selecionados, disponível no apêndice D.

A fim de manter em sigilo o nome dos estudantes, estes serão tratados por E e números de 1 a 108 – total de estudantes amostrados - (exemplo: E23), assim, aparecerão desta forma em seus comentários na análise dos dados.

Na segunda fase da pesquisa, numa segunda amostragem, foram investigados 18 estudantes, que frequentaram a turma C, do terceiro ano EM, do período vespertino. Turma esta do mesmo Colégio Estadual do município de Antônio Olinto (PR).

Para este grupo de estudantes houve mudanças no questionário aplicado, já que este passou pela validação, na qual se sugeriu a inclusão de questões negativas.

Para Scoaris et al (2009) “a validação estabelece até que ponto o instrumento mede aquilo que pretende medir [...] o julgamento deste conteúdo é feito por especialistas, os juízes” (SCOARIS, BENEVIDES-PEREIRA, FILHO, 2009. p. 910).

A validação do questionário foi realizada por três professores doutores, que avaliaram a qualidade das questões quanto à coerência e à clareza. Na validação nenhum item foi excluído, porém vários foram reelaborados, conforme a sugestão dos professores avaliadores.

Após a realização das alterações solicitadas pela equipe de professores o questionário continuou em escala Likert, onde as cinco possibilidades de respostas para afirmações corretas são: (1) discordo plenamente, (2) discordo, (3) sem opinião, (4) concordo, (5) concordo plenamente, porém, para as afirmações erradas o valor das respostas é alterado, sendo que, discordo plenamente recebe o valor 5, discordo, valor 4, sem opinião, valor 3, concordo, valor 2 e concordo plenamente, valor 1. Os estudantes foram orientados a responder discordo plenamente ou concordo plenamente somente se tivessem certeza da resposta, caso estes estudantes não tivessem certeza, mas acreditassem que a resposta estava correta ou errada orientou-se que respondessem concordo ou discordo, em caso de desconhecimento dos conceitos abordados na questão orientou-se que os estudantes respondessem sem opinião. Este questionário contendo afirmações verdadeiras e falsas encontra-se no apêndice E.

A aplicação dos questionários de perfil dos estudantes, pré-teste, pós-teste e avaliação dos OVAs para a turma C se deu através do Limesurvey, software livre, que de acordo com Miranda e Santos (2012):

(...) é uma ferramenta que proporciona a construção e aplicação rápida e eficiente de questionários em plataforma web, por meio de uma interface de administração fácil e intuitiva, proporcionando maior segurança às informações e aos acessos dos participantes (MIRANDA e SANTOS, 2012. p. 26).

Os estudantes acessaram os questionários, disponíveis na internet, com a utilização da URL (recurso de localização única), específica para cada questionário.

A análise dos dados foi realizada com o programa *Statistical Package for the Social Science* v.17 para Windows (SPSS).

Para Pocinho e Figueiredo (2000):

SPSS é um software apropriado para a elaboração de análises estatísticas de matrizes de dados. O seu uso permite gerar relatórios tabulados, gráficos e dispersões de distribuições utilizadas na realização de análises descritivas e de correlação entre variáveis (POCINHO E FIGUEIREDO, 2000. p.5).

Para a turma C o questionário de perfil dos estudantes também foi aplicado juntamente com o pré-teste, no dia 07 de Agosto de 2012. O questionário de avaliação dos OVAs foi aplicado juntamente com o questionário pós-teste, no dia 23 de Outubro de 2012. Nos meses de Agosto, Setembro e Outubro deu-se a aplicação da sequência didática utilizando os OVAs selecionados.

Na terceira fase da pesquisa, numa terceira amostragem, foram investigados 44 estudantes, que frequentaram a turma D, E, F, do terceiro ano EM, sendo a turma D no período vespertino e as turmas E e F no período matutino, ambas de Colégios Estaduais presentes na região central de Curitiba – PR.

Os critérios para a aplicação do pré-teste e pós-teste são os mesmos utilizados pela turma C. Sendo que o pré-teste foi aplicado entre 15 a 20 de fevereiro de 2013 e a aplicação do pós-teste deu-se entre 14 a 28 de junho de 2013, neste meio tempo foram utilizados os OVAs como metodologia de ensino.

Os dados obtidos para o perfil dos estudantes e para a avaliação dos OVAs, nas três etapas da pesquisa realizou-se conjuntamente, visto que os questionários utilizados eram iguais. Desta forma, os dados serão analisados conjuntamente.

Devido as diferenças entre os questionários pré-teste e pós-teste, antes e depois da validação, os dados foram organizados separadamente.

O número total de estudantes amostrados nesta pesquisa é de 108. Sendo que 46 estudante, turmas A e B, responderam somente questões verdadeiras sobre Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética Mendeliana e, 62 estudantes, turmas C, D, E, F responderam o questionário que apresentava questões verdadeiras e falsas sobre estas três áreas da biologia.

### **3.1 Critérios de seleção e descrição dos Objetos Virtuais de Aprendizagem utilizados na sequência didática.**

Buscou-se selecionar OVAs que facilitem a compreensão de Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética, pois conforme Melo e Carmo (2009) e Martinez et al (2008) os conceitos abordados nesta temática são de difícil interpretação pelos estudantes. E, de acordo com Moran (2010), sua compreensão pode ser facilitada com a utilização de recursos tecnológicos.

Optou-se por selecionar OVAs com diferentes metodologias, pois conforme Moran et al (2000)

Há necessidade de variar estratégias tanto para motivar o aprendiz, como para responder aos mais diferentes ritmos e formas de aprendizagem. Nem todos aprendem do mesmo modo e no mesmo tempo (MORAN, MASETTO, BEHRENS, 2000, p. 144)

O que conduz a uma metodologia embasada na utilização de diversos recursos tecnológicos básicos que estejam disponíveis na Internet e com acesso gratuito. Desta forma, este trabalho foi centralizado na utilização prioritária de OVAs que podem ser acessados em repositórios disponíveis na internet, essencialmente, aqueles disponíveis no Portal do Professor (MEC), no qual são encontrados vários objetos de aprendizagem, como áudio, vídeos, imagens, experimentos, mapas, animações e simulações, hipertextos e softwares educacionais.

De acordo com o documento de Brasil (2011),

O Portal do Professor oferece à comunidade educacional um conjunto de tecnologias organizadas segundo as categorias: espaço da aula; jornal do professor; recursos educacionais; cursos e materiais; interação e comunicação; e links (BRASIL, 2011. p. 147).

Dentro do Portal do professor os OVAs utilizados encontram-se nos recursos educacionais, que conforme o documento de Brasil (2011),

Dispõe de recursos multimídia de acesso público, disponíveis para auxiliar a aula do professor e a aprendizagem dos estudantes. Podem ser baixados no computador, CD-ROM ou pendrive, com possibilidade de ser comentado e classificado (BRASIL, 2011. p. 147).

Destes, foram selecionados e utilizados os seguintes OVAs: 1) DNA Replicação, 2) DNA Transcrição, 3) Síntese Protéica, 4) DNA Recombinante, 5) Clone e 6) Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA.

Para ter acesso aos OVAs escolhidos foi necessário um computador com acesso à internet e um navegador *web*, para baixá-los (fazer *download*) no computador para posterior utilização sem que houvesse a necessidade de acessar a internet durante a utilização.

O *download* foi realizado a partir do Portal do Professor, onde se seleciona “conteúdos multimídias”, após digita-se em “palavra-chave” o nome ou assunto do OVA em questão, clica-se em “buscar”. Então, clica-se no OVA em questão e, em seguida seleciona “download do recurso”; isto se optar por utilizar o recurso sem a necessidade da utilização da internet. Caso opte-se por utilizar o recurso na internet clica-se em “visualizar recurso” e em seguida em “arquivo principal”, o OVA abrirá pronto para a utilização.

Após salvar os OVAs no computador pessoal, os mesmos, foram analisados e testados segundo critérios pré-determinados abaixo e, a seguir foram transferidos para os computadores da sala de informática da escola, permitindo, assim, o acesso pelos estudantes, e garantindo a independência da internet.

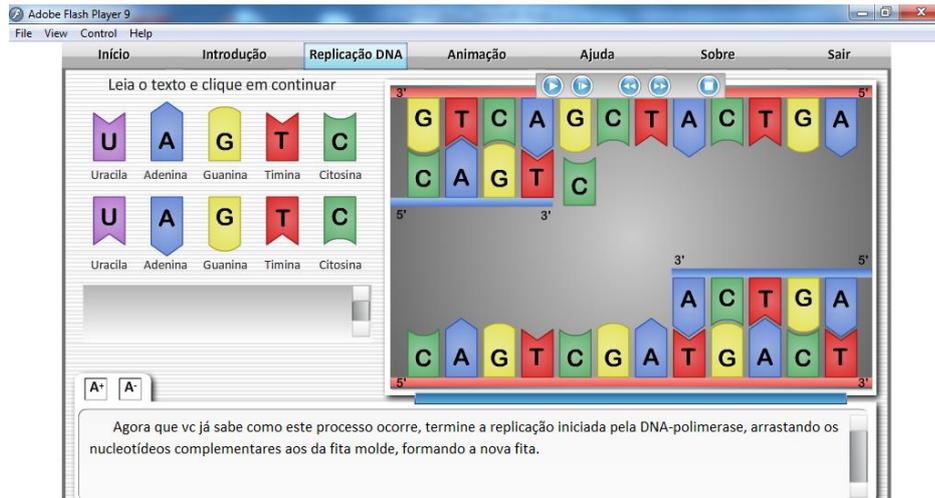
Dentre os fatores determinantes para a escolha dos objetos utilizados pode-se citar a adequação dos OVAs ao sistema operacional da escola, sendo este o Linux, por isso alguns dos OVAs inicialmente escolhidos por sua interatividade não puderam

ser utilizados, pois tiveram suas funcionalidades prejudicadas, total ou parcialmente, no Linux.

Porém, os fatores de maior influência na escolha dos OVAs foram a integridade e coerência científica dos conteúdos biológicos abordados, a interatividade oferecida, a facilidade de utilização, a possibilidade de sua participação no processo de ensino aprendizagem o tempo disponível para sua utilização e a diferença metodológica entre os OVAs escolhidos.

A seguir encontram-se as descrições dos OVAs escolhidos para compor a sequência didática utilizada.

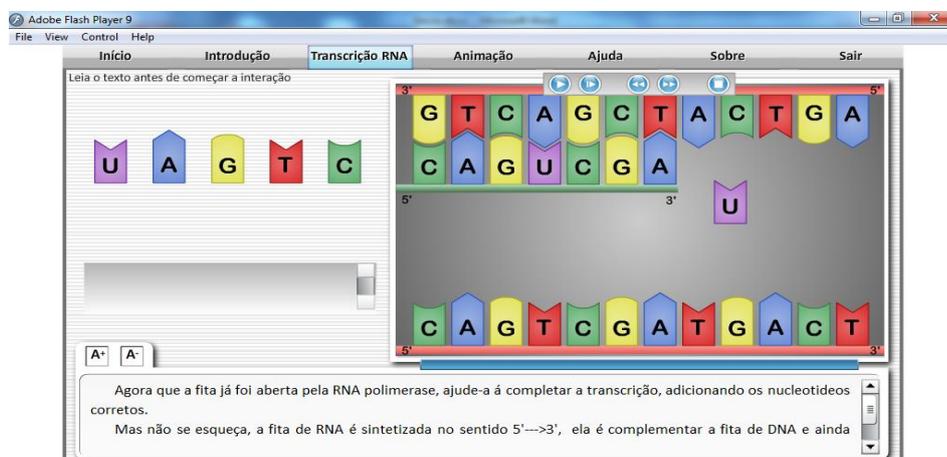
3.1.1 DNA Replicação – Visto na figura 1, que mostra de forma interativa como ocorre o processo de replicação do DNA. Apresenta um texto introdutório sobre a função do DNA no organismo, a importância da sua duplicação e também seu comportamento durante as divisões celulares. A atividade interativa possui importantes conceitos sobre a duplicação do DNA, sentido da replicação, enzimas atuantes e suas respectivas funções neste processo de replicação semiconservativa. Permite que o estudante arraste os símbolos representativos para as bases nitrogenadas, ordenando-as durante o processo de replicação do DNA, atividade na qual o estudante também poderá observar as bases nitrogenadas que participam da constituição do DNA e do RNA e o sentido  $5' \rightarrow 3'$  da duplicação do DNA. Após a fase interativa, o OVA possui uma simulação, que permite a visualização do processo de replicação do DNA e a conservação das fitas moldes.



**Figura 1** - Objeto Virtual de aprendizagem DNA replicação.

Fonte: Portal do Professor (MEC). <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=32618>

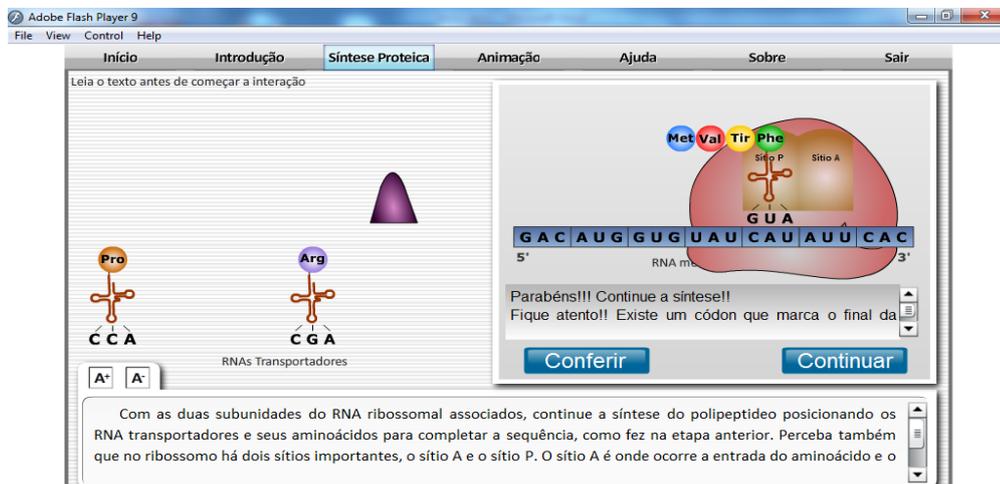
3.1.2 DNA Transcrição – Como pode ser observado na figura 2, é uma animação interativa que mostra como ocorre o processo de transcrição de uma molécula de DNA em RNAm. Em sua introdução apresenta os conceitos de proteínas, genes, categorias de RNA e suas respectivas funções, sentido da transcrição. Durante a atividade interativa há informações sobre a transcrição, além de permitir que o estudante arraste os símbolos representativos para as bases nitrogenadas, acordando-as com a fita molde de DNA. Permite que o estudante perceba as bases nitrogenadas que compõe o DNA e o RNA, verificando também as enzimas que participam deste processo. Após a fase interativa tem-se uma animação, que permite ao estudante observar o processo de transcrição.



**Figura 2** - Objeto Virtual de Aprendizagem – DNA Transcrição

Fonte: Portal do Professor (MEC). <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=32622>

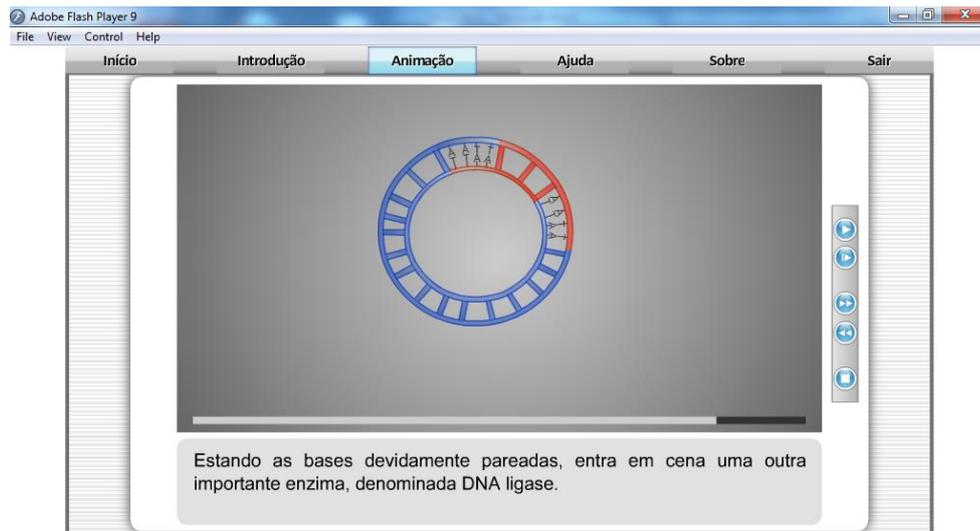
3.1.3 Síntese Protéica – Como pode ser observado na figura 3, é uma animação interativa que mostra como ocorre o processo de síntese de uma proteína. Dentre os principais conceitos apresenta as funções primordiais das proteínas, sua composição, processo de transcrição, tradução, categorias de RNA e sua composição, códon, anticódon, fator de liberação e códon de iniciação. A atividade interativa permite que o estudante construa o ribossomo que participará da síntese proteica, encontre o códon de iniciação e também os aminoácidos com os anticódons que complementam a sequência de códons do RNAm. Após a fase interativa há uma animação que permite a visualização de todo este processo pelo estudante.



**Figura 3** - Objeto Virtual de Aprendizagem – Síntese Protéica

Fonte: Portal do Professor (MEC). <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29537>

3.1.4 DNA Recombinante – Como pode ser observado na figura 4, é um modelo animado de como se produz uma molécula de DNA recombinante. Não permite ação do estudante sobre o objeto, porém descreve detalhadamente como se dá o processo de recombinação do material genético. Entre os conceitos apresentados estão: Engenharia Genética, organismo transgênico, plasmídeos e enzimas de restrição.

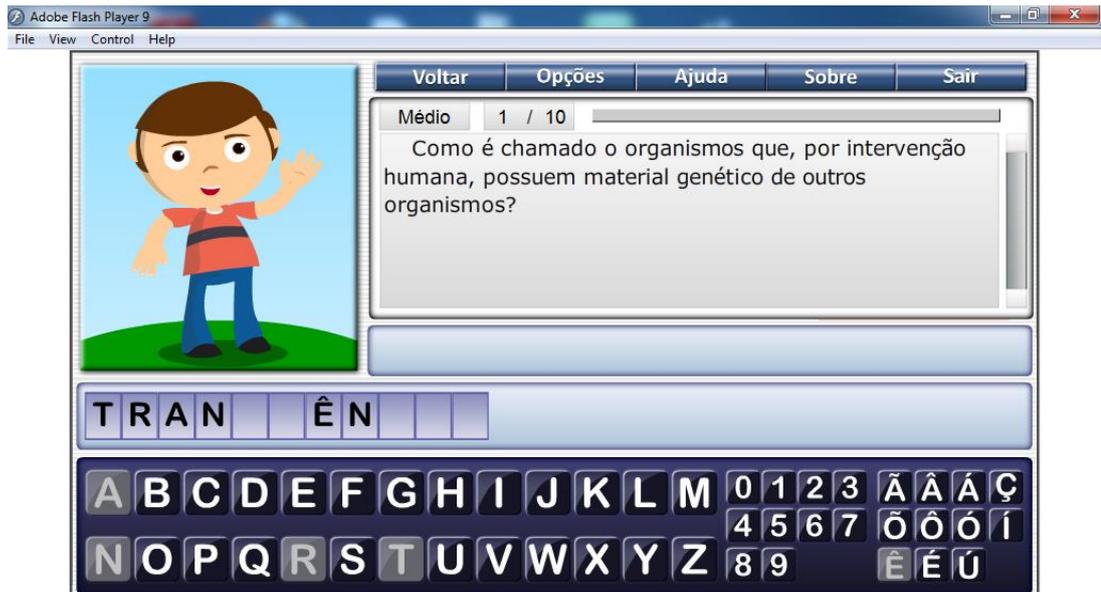


**Figura 4** - Representação do Objeto Virtual de Aprendizagem – DNA Recombinante.

Fonte: Portal do Professor (MEC). <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29247>

3.1.5 Clone - Áudio que discute, sob a forma de “papo de vaca”, diálogo entre dois personagens que representam vacas, o processo da clonagem. Exemplifica e apresenta a definição deste processo, diferenciando os processos de clonagem e de reprodução assexuada e sexuada.

3.1.6 Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA – Como pode ser observado na figura 5, é um jogo de forca onde o estudante deve descobrir qual a palavra relacionada ao enunciado. O jogo apresenta um banco de dados de questões que são escolhidas aleatoriamente e apresenta três níveis de dificuldade, a quantidade de tentativas para acertar a palavra depende da dificuldade escolhida, quanto maior a dificuldade menor é o número de chances para acertar a questão. Apresentam-se os conceitos de gene, genoma, genótipo, transgênico, fenótipo, código genético, fermentação, genética, alelo letal e biotecnologia. Por ser um jogo possui grande potencial interativo, entre o estudante com o objeto e também com os demais estudantes, além de ser divertido.



**Figura 5** - Objeto Virtual de Aprendizagem, Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA.  
Fonte: Portal do Professor (MEC). <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29249>

Como já mencionado anteriormente, a sequência didática utilizado estes OVAs está disponível em apêndice D. A seguir, no capítulo 4, tem-se a análise dos resultados obtidos com a aplicação desta sequência didática.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta pesquisa parte da conjectura de Bachelard de que, aprender é superar obstáculos e, do pressuposto ausubeliano de que todo conhecimento é significativo por definição.

Pode-se dizer que Bachelard foi mais educador do que filósofo, porém, não desenvolveu suas próprias metodologias de ensino. Portanto, recorreremos a Ausubel que baseia a aprendizagem na reorganização da estrutura cognitiva do indivíduo, através da reestruturação de suas concepções prévias.

Os subsunçores propostos por Ausubel indicam que o fator de maior influência na aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe, ou seja, suas concepções prévias, sendo que esta aprendizagem também pode ser grandemente influenciada por materiais significativos.

Para Bachelard (1984) “tudo aquilo que retifica a razão, reorganiza-a” (BACHELARD, 1984. p.29). Ainda para o autor “a razão é uma atividade autônoma que tende a completar-se” (BACHELARD, 1984. p. 32).

Será com a atenção voltada aos obstáculos epistemológicos, obstáculos pedagógicos e ao potencial significativo dos materiais que analisaremos a influência que os OVAs apresentam na relação de ensino e aprendizagem das novas áreas da Biologia.

### 4.1 Análise de dados

As análises a seguir referem-se aos dados obtidos com a aplicação da sequência didática para os 108 estudantes amostrados. Sendo que 46 estudantes foram pesquisados com o questionário 1 e 62 estudantes foram pesquisados com o questionário 2. A análise do perfil dos estudantes e avaliação dos OVA, fora realizada com todos os estudantes amostrados, pois os questionários aplicados eram iguais. Já a análise dos dados obtidos com o questionário referente as áreas da biologia, deu-se separadamente, visto que os questionários aplicados eram diferentes.

#### 4.1.1 Perfis dos estudantes

Esta pesquisa foi realizada com estudantes de seis turmas de terceiros anos do Ensino Médio, sendo três turmas de um Colégio Estadual na cidade de Antônio Olinto – PR e, três turmas de dois Colégios Estaduais da região central de Curitiba - PR. Havendo turmas nos três períodos, matutino, vespertino e noturno.

A média de idade dos estudantes amostrados é de 17 anos, constando como idade máxima 22 anos e idade mínima de 15 anos.

A maioria, 52,8% (n=57) dos estudantes é do sexo feminino, enquanto que o sexo masculino representa 47,2% (n = 51).

Quanto ao tipo de instituição frequentada pelos estudantes nos ensinos fundamental e médio (pública, particular ou em ambas), mais de 90% destes sempre estudou em instituições públicas (Tabela 2). Cabe ressaltar que um dos estudantes cursou tanto o Ensino Fundamental como os anos iniciais do Ensino Médio em escola particular.

**Tabela 2** - Identificação do tipo de instituição de ensino nas quais os estudantes amostrados estudaram antes do período de coleta de dados.

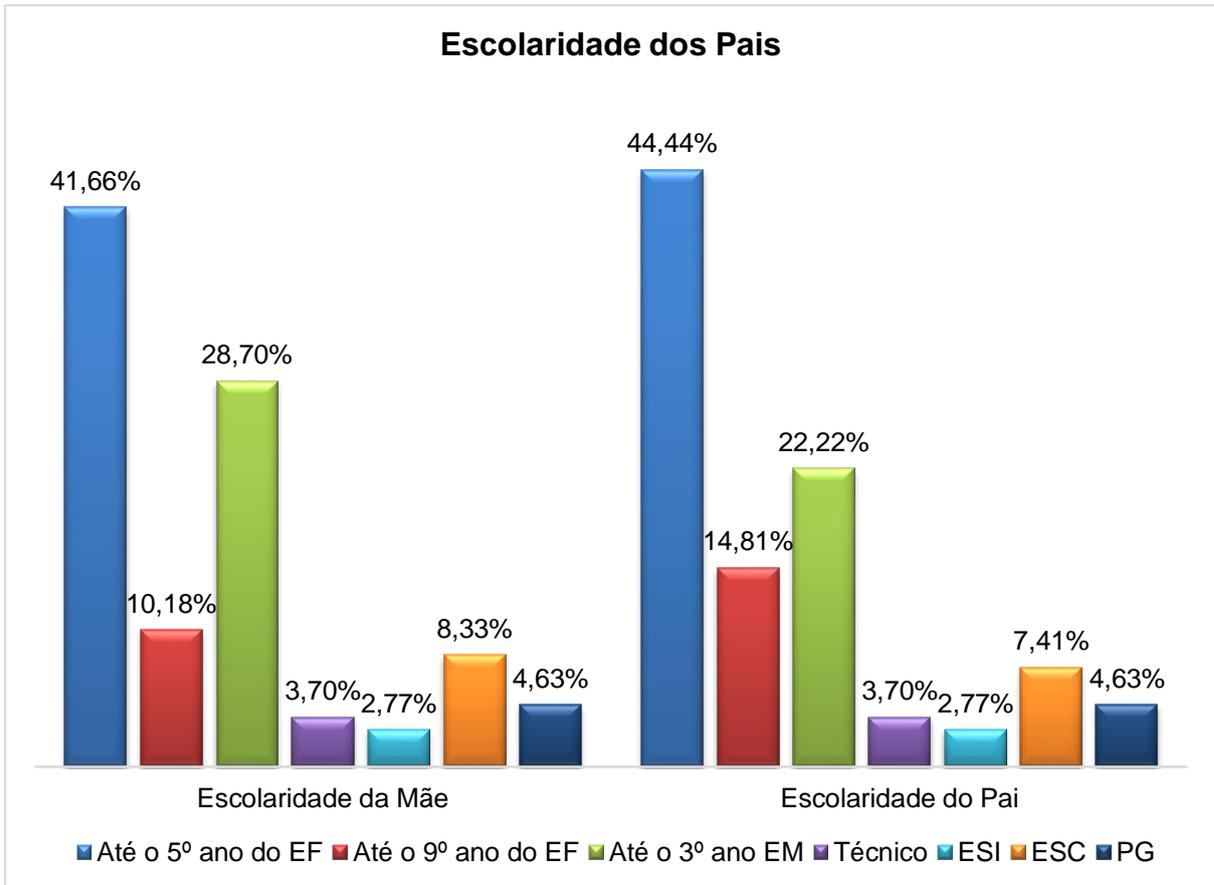
Resposta	O Ensino Fundamental foi cursado		O 1º e o 2º ano do Ensino Médio foram cursados	
	N	%	N	%
Todo em escola pública	98	90,74%	103	95,37%
Todo em escola particular	1	0,93%	1	0,93%
Parte em escola pública e parte em escola particular	9	8,33%	4	3,70%
Total	108	100%	108	100%

N = número de alunos amostrados; % = valores em porcentagem.

Fonte: Autoras.

Em relação à escolaridade das mães e pais dos estudantes, foi possível perceber que a maioria destes estudou até o 5º ano do Ensino Fundamental.

Sobre a escolaridade das mães e pais dos estudantes amostrados tem-se o gráfico de número 1.



**Gráfico 1** - Escolaridade das mães e dos pais dos estudantes amostrados. Onde: 5º ano EF = 5º ano Ensino Fundamental I; 9º ano EF = 9º ano do Ensino Fundamental II; 3º ano EM = 3º ano do Ensino Médio; Técnico = Curso técnico após o Ensino Médio; E S I = Ensino Superior Incompleto; E S C = Ensino Superior Completo e PG = Pós-graduação que se refere a especialização, mestrado ou doutorado.

Fonte: Autoras.

Como pode-se perceber no gráfico 1 aproximadamente 41% das mães e 44% dos pais estudaram até o 5º ano do Ensino Fundamental I, somente cerca de 5% dos pais e mães possuem alguma forma de Pós-Graduação.

#### 4.1.2 Análise do conteúdo utilizado no questionário Pré-teste e no questionário Pós-teste

A análise foi realizada com os dados obtidos através da pesquisa com os 108 estudantes amostrados, na qual as tabelas para as medidas de tendência central e alfa de Cronbach apresentam-se em dois grupos, devido a diferenças entre os questionários antes (1) e depois (2) da validação, como pode se verificar na metodologia e nos apêndices A e E, respectivamente.

De acordo com Bachelard (1996), um conhecimento imediato é, por princípio, subjetivo. Ao considerar a realidade como um bem, ele oferece certezas prematuras que em vez de ajudar, enteva o conhecimento objetivo.

Observando os dados obtidos para as medidas de tendência central no pré-teste podemos identificar alguns conceitos imediatos presentes na concepção dos estudantes e no pós-teste pode-se verificar que estes conceitos foram reestruturados, ocorrendo a assimilação de novos conceitos com a participação dos OVAs como metodologia.

Como foi mencionado na metodologia, o intuito do índice do alfa de Cronbach é a medida da confiabilidade do instrumento de coleta de dados. Para os dados gerais obteve-se no pré-teste 0,664 e como alfa de Cronbach geral para o pós-teste obteve-se o índice de 0,900. Com estes dados verifica-se que o questionário utilizado apresenta um índice alto de confiabilidade.

De acordo com Maroco e Garcia-Marque (2006) os alfas de Cronbach obtidos são considerados aceitáveis, de acordo com os padrões estabelecidos por Nunnaly.

Analisando os dados coletados, pode-se observar a grande diferença entre os resultados obtidos para o alfa de Cronbach dos questionários aplicados no pré-teste e no pós-teste. Verifica-se nas tabelas 3 e 4 que as respostas dadas pelos estudantes no pós-teste são mais homogêneas do que as respostas obtidas no pré-teste.

Os valores obtidos para o alfa de Cronbach no pré-teste demonstram o desconhecimento dos estudantes sobre os conceitos abordados no questionário, informação que pode ser justificada pela disparidade entre as respostas obtidas, o que resulta no baixo índice do alfa de Cronbach.

**Tabela 3** - Comparação entre os coeficientes do alfa de Cronbach dos grupos de perguntas dos questionários Pré-teste e Pós-teste. Turmas A e B.

<b>Grupo de Questões</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach pré-teste</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach pós-teste</b>
Biotecnologia	0,381	0,807
Biologia Molecular	0,593	0,780
Genética Mendeliana	0,366	0,881

Fonte: Autoras.

**Tabela 4** Apresenta a comparação entre os coeficientes do alfa de Cronbach dos grupos de questões dos questionários Pré-teste e Pós-teste. Turmas C, D, E, F.

<b>Grupo de Questões</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach pré-teste</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach pós-teste</b>
Biotecnologia	0,358	0,713
Biologia Molecular	0,329	0,753
Genética Mendeliana	0,436	0,722

Fonte: Autoras.

Todos os grupos de questões apresentaram diferença significativa entre pré-teste e pós-teste, sendo que as respostas obtidas para o pós-teste apresentaram maior homogeneidade. Para as turmas A e B o grupo de questões sobre Genética Mendeliana apresentou maior diferença, para o alfa de Cronbach, entre pré-teste e pós-teste. Já para as turmas C, D, E, F o grupo de questões sobre Biologia Molecular apresentou maior diferença entre o pré-teste e o pós-teste.

Para os resultados obtidos no questionário pré-teste, turmas A, B, verifica-se que o conteúdo de Biologia Molecular apresenta um valor para o alfa de Cronbach superior aos resultados obtidos para os conteúdos de Biotecnologia e Genética Mendeliana. Analisando a tabela 7 nota-se que a maioria das respostas dadas pelos estudantes nos permite acreditar que estes desconheciam muitos dos conceitos abordados, pois as médias aí apresentadas, para o pré-teste, estão próximas ao valor 3,00.

Para as turmas A e B, o conteúdo de Biologia Molecular foi o que apresentou o maior coeficiente no pré-teste e foi o assunto que obteve menor crescimento, apresentando uma diferença de apenas 0,187 entre o pré-teste e o pós-teste. O conteúdo de Biotecnologia apresentou uma diferença de 0,426 e, o conteúdo que apresentou diferença mais significativa foi o de Genética Mendeliana, com uma diferença de 0,515 para o alfa de Cronbach obtido entre o pré-teste e o pós-teste.

Analisando a tabela 4 verifica-se que para as turmas C, D, E, F o grupo de questões que apresentou maior homogeneidade nas respostas do pré-teste foi sobre Genética Mendeliana, que apresentou crescimento de 0,286 para o pós-teste. O conteúdo de Biologia Molecular apresentou maior homogeneidade nas respostas do pós-teste, para o qual apresentou crescimento de 0,424, sendo este o grupo de questões com maior diferença entre o pré-teste e o pós-teste. Já o conteúdo de Biotecnologia apresentou diferença de 0,355 entre o pré-teste e o pós-teste.

Analisando os resultados para o alfa de Cronbach à luz da avaliação dos OVAs utilizados verifica-se que o OVA destacado pelos estudantes como sendo aquele de

maior interesse e com maiores contribuições ao processo de ensino aprendizagem refere-se ao conteúdo de Genética Mendeliana, sendo este o conteúdo com maior aproveitamento pelos estudantes. Conforme observar-se nas medidas de tendência central, encontradas nas tabelas 5 a 10.

Para contribuir com o ensino do conteúdo de Biotecnologia utilizou-se os OVAs: “DNA Recombinante” e “Clone”, descritos nos tópicos 3.1.4 e 3.1.5. Sendo que o OVA “Qual é a palavra? Tecnologias de Manipulação do DNA” também apresenta alguma contribuição para o processo de ensino aprendizagem destes conceitos.

O OVA “DNA Recombinante” foi utilizado, após sua exploração pelos estudantes na sala informatizada, para a explicação e debate sobre organismos geneticamente modificados, melhoramento genético, produção de organismos transgênicos, plasmídeos, clonagem molecular e terapia gênica. Já o áudio Clone, foi utilizado para contribuir com o ensino e aprendizagem sobre o processo de clonagem laboratorial, reprodução assexuada e poliembrionia. Ambos os OVAs foram utilizados para a construção do conceito de variabilidade genética.

As tabelas 5 e 6 apresentam uma estimativa para a média, mediana, moda e desvio padrão comparando os questionários Pré-teste e Pós-teste para o grupo de perguntas, em escala Likert, sobre Biotecnologia. Esse grupo inclui as questões de número 1 até a questão de número 15. A tabela 5 refere-se aos dados obtidos com as turmas A e B e a tabela 6 refere-se aos dados obtidos com as turmas C, D, E, F.

**Tabela 5.** Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do Pré e Pós-teste do grupo de perguntas, em escala Likert, sobre Biotecnologia. Turma A e B.

Questões	Pré-teste				Pós-Teste			
	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
1	3,72	4,00	4,00	0,78	<b>4,37</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,71</b>
2	3,67	4,00	4,00	0,97	<b>4,50</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,55</b>
3	3,87	4,00	4,00	0,93	<b>4,39</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,65</b>
4	2,93	3,00	2,00	1,06	<b>3,91</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>1,03</b>
5	3,83	4,00	4,00	0,99	<b>4,17</b>	<b>4,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,99</b>
6	3,00	3,00	2,00	1,25	<b>4,30</b>	<b>4,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,84</b>
7	4,15	4,00	4,00	0,87	<b>4,72</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,58</b>
8	2,69	3,00	1,00	1,33	<b>4,06</b>	<b>4,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,22</b>
9	2,17	2,00	2,00	0,97	<b>4,52</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,91</b>
10	3,41	3,00	4,00	0,80	<b>4,06</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,93</b>
11	2,72	3,00	múltiplo	1,17	<b>4,24</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,01</b>
12	3,76	4,00	4,00	0,73	<b>4,48</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,75</b>
13	3,22	3,50	4,00	1,17	<b>4,43</b>	<b>4,00</b>	múltiplo	<b>0,58</b>
14	4,26	4,00	5,00	0,95	<b>4,74</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,49</b>
15	3,22	4,00	4,00	1,19	<b>4,04</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>1,07</b>

Fonte: Autoras.

**Tabela 6.** Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do Pré-teste e Pós-teste do grupo de perguntas, em escala Likert, sobre Biotecnologia. C, D, E, F.

Questões	Pré-teste				Pós-Teste			
	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
01	3,76	4,00	4,00	0,67	4,79	5,00	5,00	0,41
02	3,63	4,00	4,00	0,91	4,54	5,00	5,00	0,80
03	3,68	4,00	4,00	0,91	4,64	5,00	5,00	0,51
04	3,18	3,00	3,00	0,98	4,09	4,50	5,00	1,16
05	3,65	4,00	4,00	0,99	4,30	5,00	5,00	1,13
06	3,29	3,00	4,00	1,04	4,19	5,00	5,00	1,18
07	4,15	4,00	4,00	0,80	4,87	5,00	5,00	0,46
08	2,90	3,00	4,00	1,16	3,80	5,00	5,00	1,57
09	2,40	2,00	1,00	1,20	4,30	5,00	5,00	1,26
10	3,74	4,00	4,00	0,80	4,06	5,00	5,00	1,37
11	2,61	3,00	3,00	1,07	3,67	4,00	5,00	1,62
12	3,73	4,00	4,00	0,79	4,62	5,00	5,00	0,70
13	3,32	3,00	3,00	0,97	4,38	5,00	5,00	1,02
14	3,02	3,00	4,00	1,30	4,08	5,00	5,00	1,50
15	3,10	3,00	2,00	1,33	3,83	5,00	5,00	1,66

Fonte: Autoras.

Como descrito no item metodologia, os valores para média, mediana e moda acima de três são positivos e os valores inferiores a três são negativos para cada questão.

Analisando os valores presentes nas tabelas 5 e 6 percebe-se claramente que houve um crescimento dos valores obtidos para as medidas de tendência central no pós-teste, o que nos permite inferir que os OVAs contribuíram para que o processo de ensino e aprendizagem fosse bem sucedido.

Procura-se aqui, destacar as questões 4, 6, 8, 9, 11, 14 e 15 que obtiveram maior diferença entre os valores de média, mediana e moda, comparando-se o pré-teste e o pós-teste.

Para a questão de número 4 “Um dos problemas da monocultura, associado ao melhoramento genético é o surgimento de linhagens com pouca variabilidade genética” pode-se verificar através das respostas obtidas no pré-teste que os estudantes desconheciam o fato de que a pouca variabilidade genética pode contribuir a eliminação de um grupo de organismos. Analisando os dados para o pós-teste pode-se perceber que estudantes já apresentam uma visão mais ampla sobre a variabilidade genética, reconhecendo os benefícios que esta pode trazer e também cientes do seu lado desvantajoso.

A questão de número 6 “É através de técnicas de DNA recombinante e de clonagem molecular que podem ser produzidos hormônios como a insulina e de crescimento”, afirmação verdadeira, em ambos os casos, de acordo com Griffiths et al (2011), obteve coeficientes próximos a 3,00 para média, mediana e moda no pré-teste, indicando que os estudantes amostrados não conheciam a técnica de DNA recombinante e também não faziam referência à sua aplicação na saúde humana.

Quando se compara os índices obtidos no pré-teste e pós-teste para a questão 6 verifica-se a influência na assimilação de conceitos dos referidos estudantes com a utilização dos OVAs. Pois os valores elevaram-se substancialmente no pós-teste, passando de valores próximos a 3,00, obtidos no pré-teste, para índices próximos a 5,00 obtidos no pós-teste, portanto, os estudantes passaram de uma resposta “sem opinião” para uma “concordo plenamente”.

A questão de número 6 versa sobre DNA recombinante, esta técnica é exemplificada com o OVA "DNA Recombinante", utilizado na sequência didática que, como pode ser observado nas tabelas 5 e 6, influenciou positivamente a aprendizagem dos estudantes.

A questão 8 “Não é possível inserir genes de plantas e de animais num único indivíduo”. Esta questão é uma afirmação falsa (questionário 2), pois de acordo com Griffiths et al(2011) o gene selecionado pode ser transferido “seja para a espécie original doadora ou para uma completamente diferente. O gene transferido é chamado de transgene, e o produto construído é chamado de organismo transgênico” (GRIFFITHS, WESSLER, LEWONTIN, CARROLL 2011. p. 631). No questionário 1 (turmas A e B) a questão está sob a forma de uma afirmação verdadeira “É possível inserir genes de plantas e de animais num único indivíduo”.

Analisando os dados para a questão 8 nota-se claramente, através dos índices próximos à 2,00 obtido para a média e 3,00 obtido para a mediana, que os estudantes desconheciam o real significado da palavra transgênico, pois ignoravam o fato de ocorrerem misturas de materiais genéticos de seres vivos de grupos distintos. Os valores da moda e mediana, como se pode observar nas tabelas 5 e 6, passaram por uma mudança significativa, atingindo o índice 5,00 no pós-teste. Desta forma verifica-se que a existência de afirmações falsas não influenciou a resposta dada pelos estudantes.

Desta forma, percebe-se que os estudantes apresentaram uma mudança conceitual, passando do “sem opinião” para o “concordo plenamente”.

O OVA utilizado para esta questão é o “DNA Recombinante”, objeto no qual procurou-se destacar as aplicações do DNA recombinante, este objeto virtual foi utilizado para explicar os conceitos de transgênico, terapia gênica e variabilidade genética, facilitando a compreensão dos conceitos abordados nas questões 4, 6, 9 e 13.

A questão 9 “Com a introdução de genes de vaga-lume foi possível desenvolver pés de fumo bioluminescente” conceitualmente bastante semelhante à questão 8, já que as duas questões referem-se a formação de seres transgênicos, os resultados obtidos foram similares. Porém, esta foi a questão, do grupo de perguntas sobre Biotecnologia, que apresentou maior diferença entre os dados obtidos no pré-teste e no pós-teste, na qual a opinião dos estudantes passou de um “discordo” para um “concordo plenamente”.

Desta forma, pode-se observar a influência que os OVAs apresentaram no processo de ensino aprendizagem, no caso das questões 6, 8 e 9 o OVA com maior influência foi o do “DNA recombinante”.

A questão número 11 “Ainda não é possível sequenciar o genoma de uma pessoa em poucos dias por alguns milhares de dólares”, também é uma questão falsa (questionário 2), de acordo com Collins (2010) e, verdadeira para o questionário 1 “Atualmente é possível sequenciar o genoma de uma pessoa em poucos dias por alguns milhares de dólares”.

Para a questão 11 os índices obtidos passam de 3,00 no pré-teste, para 5,00 no pós-teste, demonstrando assim uma melhor compreensão dos conceitos abordados durante as aulas. O sequenciamento do genoma, a que se refere esta questão, foi discutido em na sala de informática quando os estudantes utilizaram os OVAs “DNA replicação” e também o OVA “DNA recombinante”.

A questão de número 14 “Pela clonagem é possível a produção de indivíduos com a mesma constituição genética”, é uma afirmação verdadeira para o questionário 1 e uma afirmação falsa para o questionário 2, pois apresenta-se como “Pela clonagem é possível a produção de indivíduos com a constituição genética diferente”. Esta questão também traz uma diferença notável entre o pré-teste e o pós-teste, sendo que estes dados são mais significativos para os dados obtidos através do questionário 2, com afirmação falsa, na qual os estudantes passaram de um “sem opinião” para um “discordo plenamente”.

A questão de número 15 “A clonagem é um evento natural em todos os seres originados a partir de reprodução assexuada e em gêmeos univitelinos” referem-se à clonagem, onde se percebe, com os valores obtidos para a média e mediana no pré-teste, que os estudantes desconheciam os conceitos aí envolvidos. Sendo que na questão 15 os estudantes não reconheceram a reprodução assexuada como um método de clonagem natural. Com os resultados obtidos para mediana e média para esta questão pode-se perceber que ocorreu reestruturação conceitual a partir do desenvolvimento das aulas com a utilização dos OVAs, sendo que para esta questão o OVA que apresentou maior influência foi o áudio, “Clone”, a partir do qual estes temas foram discutidos em sala de aula.

As questões de número 16 até a 30 pertencem ao grupo sobre Biologia Molecular, sendo que os dados para média, mediana, moda e desvio padrão para este grupo de perguntas, em escala Likert, encontram-se nas tabelas 7 e 8, referindo-se ao pré-teste e pós-teste das turmas A e B; e C, D, E, F respectivamente.

**Tabela 7.** Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do Pré e Pós-teste das questões sobre Biologia Molecular. Turmas A e B.

Questões	Pré-teste				Pós-Teste			
	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
16	3,30	3,00	3,00	0,92	<b>4,33</b>	<b>4,00</b>	múltiplo	<b>0,76</b>
17	3,76	4,00	4,00	0,70	<b>4,41</b>	<b>4,00</b>	múltiplo	<b>0,65</b>
18	3,35	3,00	3,00	0,87	<b>4,22</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,87</b>
19	3,48	4,00	4,00	1,07	<b>4,30</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,63</b>
20	3,04	3,00	2,00	0,94	<b>4,02</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,93</b>
21	3,52	4,00	4,00	1,01	<b>4,39</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,91</b>
22	3,30	4,00	4,00	1,11	<b>4,30</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,51</b>
23	4,15	4,00	4,00	0,96	<b>4,43</b>	<b>4,00</b>	múltiplo	<b>0,58</b>
24	3,83	4,00	4,00	1,32	<b>4,56</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,62</b>
25	3,30	3,00	4,00	1,07	<b>4,35</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,64</b>
26	3,15	3,00	3,00	0,81	<b>4,08</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,96</b>
27	2,91	3,00	Múltiplo	0,94	<b>4,19</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,86</b>
28	3,89	4,00	4,00	0,95	<b>4,67</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,59</b>
29	2,91	2,50	2,00	1,28	<b>4,48</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,93</b>
30	3,26	3,00	3,00	0,99	<b>4,41</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,93</b>

Fonte: Autoras.

**Tabela 8.** Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão obtidos no Pré-teste e no Pós-teste referente ao grupo de questões sobre Biologia Molecular. Turmas C, D, E, F.

Questões	Pré-teste				Pós-Teste			
	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
16	3,37	3,00	3,00	0,74	4,51	5,00	5,00	0,97
17	3,69	4,00	4,00	0,73	4,70	5,00	5,00	0,58
18	3,69	4,00	3,00	0,84	4,43	5,00	5,00	1,08
19	3,85	4,00	4,00	0,80	4,72	5,00	5,00	0,63
20	3,29	3,00	3,00	0,99	4,53	5,00	5,00	1,01
21	3,69	4,00	4,00	0,75	4,06	5,00	5,00	1,49
22	2,92	3,00	3,00	0,89	4,09	5,00	5,00	1,46
23	4,02	4,00	4,00	0,93	4,64	5,00	5,00	1,00
24	4,19	4,00	4,00	0,88	4,88	5,00	5,00	0,54
25	3,61	4,00	4,00	0,99	4,67	5,00	5,00	0,84
26	3,24	3,00	3,00	0,69	4,32	5,00	5,00	1,02
27	2,95	3,00	3,00	0,79	4,50	5,00	5,00	1,04
28	2,76	2,00	2,00	1,38	4,16	5,00	5,00	1,58
29	4,15	4,50	5,00	1,02	4,82	5,00	5,00	0,66
30	2,71	2,50	2,00	1,04	3,53	5,00	5,00	1,78

Fonte: Autoras

Para este grupo de perguntas as questões de número 20, 22, 26, 27, 28, 29 e 30 destacam-se, apresentando maior diferença existente entre os resultados do pré-teste e pós-teste. Sendo que as questões 26, 27 e 30 são destaques para as duas versões do questionário.

A questão de número 20 “O RNA mensageiro é a cópia de um fragmento de DNA, que contém a ordem na qual os aminoácidos devem ser unidos para produzir um determinado polipeptídeo”, obteve os valores próximos a 3,0 no pré-teste, tanto para média, mediana e moda, assim verifica-se que a maioria dos estudantes desconhecia os processos de transcrição e de tradução ocorridos durante o ciclo celular. Os resultados obtidos no pós-teste, onde a média apresenta valor superior a 4,00 e a mediana e moda apresentam valor entre 4,00 e 5,00, nas tabelas 7 e 8, indicam que houve melhor compreensão, dos conceitos abordados e propostos pelos OVAs.

Os OVAs que mais contribuíram com a assimilação de conceitos, necessários para compreender a questão 20 foram o “DNA Transcrição” e o “Síntese Protéica”, que abordam de maneira interativa esse conteúdo.

A questão de número 22 “Não se pode deduzir a sequência de aminoácidos das proteínas codificadas a partir das sequências de DNA e de determinados genes”

é uma afirmação falsa para o questionário 2, visto que, como menciona Griffiths et al (2011) o DNA serve de molde para produção de um RNAm e este serve de molde para a síntese de proteína. Portanto, tendo-se o gene pode-se deduzir a sequência de aminoácidos que terá proteína.

Esta questão é verdadeira para o questionário 1, no qual aparece como “A partir das sequências de DNA e de determinados genes, pode-se deduzir a sequência de aminoácidos das proteínas por elas codificadas”. Essa questão, número 22, apresentou valores entre 3,00 e 4,00 no pré-teste para as medidas de tendência central e no pós testes esses índices subiram para o valor cinco ou próximos à ele. O que nos permite verificar a ocorrência do processo de aprendizagem, facilitado pela utilização dos OVAs, principalmente dos OVA “Síntese proteica”.

Outra questão que se destaca pela diferença entre os índices obtidos entre o pré-teste e o pós-teste para as medidas de tendência central é a questão de número 26 “Éxon é o termo usado para designar as regiões de um gene que são transcritas e em determinadas situações traduzidas em aminoácidos”, sendo esta uma afirmação verdadeira. Como afirma Griffiths et al (2011):

Os genes de eucariotos superiores são geralmente compostos de pedaços chamados éxons (para regiões expressas), que codificam partes das proteínas, e pedaços chamados íntrons (para regiões intercalares), que separam os éxons (GRIFFITHS, WESSLER, LEWONTIN, CARROLL. p. 254, 2011).

Pode-se verificar nas tabelas 7 e 8 que, na questão 26, para o pré-teste os valores obtidos para a média, mediana e moda são 3,00 ou próximos a três, já para o pós-teste estes valores passam para 5,00 ou próximos à cinco, indicando que os estudantes desconheciam o conceito de Exon e sua função no processo de transcrição e tradução. Este conceito foi trabalhado na sala de aula e também na sala informatizada com o auxílio do OVA “Síntese proteica” e “DNA transcrição”.

A questão 27 “As regiões intergênicas que não são traduzidas em RNA são chamadas de íntrons”, também uma afirmação verdadeira para ambos os questionários, de acordo com Griffiths et al (2011). Esta questão apresenta resultados para o pré-teste próximos à 3,00 para a média, mediana e moda. Estes valores equivalem à 5,00 ou próximos a este para a média, mediana e moda no resultado do

pós-teste. Tendo como OVA de principal utilização o OVA “Síntese proteica” e “DNA transcrição”.

Sendo a questão 28 uma afirmação falsa para o questionário 2, “O cariótipo, de um humano considerado normal é constituído por 48 cromossomos” nota-se que houve uma grande diferença entre os resultados obtidos para o pré-teste e o pós-teste, principalmente para as turmas C, D, E, F. No primeiro questionário a questão 28 é uma afirmação verdadeira, na qual consta que o número de cromossomos de um humano considerado normal é de 46.

O baixo índice obtido para o pré-teste nesta questão foi surpreendente, pois os estudantes já tiveram contato com estes conceitos no primeiro ano do Ensino Médio. Outra surpresa foi o baixo valor obtido para as medidas de tendência central para a questão 29, turmas A e B, tabela 7, “O ácido desoxirribonucleico é conhecido pela sigla DNA”. Nesta questão pode-se perceber que os estudantes utilizam muitas palavras e siglas das quais desconhecem os conceitos. Pois, assim como a questão 28 e todas as questões do grupo referente a Biologia Molecular já estiveram presentes em anos anteriores durante o Ensino Médio. Desta forma nota-se que a metodologia utilizada na mediação do conhecimento promoveu maior aprendizagem para os estudantes.

Para a questão 30 é uma afirmação verdadeira para o questionário 1 “Segundo o modelo de Watson e Crick, o DNA é formado por uma dupla hélice constituída por duas cadeias de nucleotídeos”, e falsa para o questionário 2, pois nesta questão afirma-se que a molécula de DNA é composta por uma única hélice.

Como menciona Campbell (2000):

A estrutura do DNA, ao ser proposta por Watson e Crick em 1953, desencadeou uma avalanche de atividades de pesquisa, levando a grandes avanços na Biologia Molecular. A determinação da estrutura da dupla hélice foi baseada na análise química da composição de bases do DNA e em padrões de difração de raio X (CAMPBELL. 2000. p. 254).

Esta questão de número 30 apresenta valores para a média, mediana e moda aproximados de 3,00 no pré-teste para as turmas A e B, já para as turmas C, D, E, F o valor destas medidas é ainda mais baixo, indicando que os estudantes, apesar de terem contanto com os conceitos envolvidos nesta questão durante o 1º ano do Ensino

Médio, não compreenderam esses conceitos. Objetivo que atingido, como pode-se observar nos dados obtidos no pós-teste, pois para esta questão os estudantes passaram de uma resposta “sem opinião” para uma resposta “concordo plenamente”, ou seja, do índice 3,00 do pré-teste para o índice 5,00 no pós-teste.

Apesar de não fazer referência a James Watson e Francis Crick, os OVAs “DNA replicação” e “DNA transcrição” demonstram a estrutura dupla helicoidal da molécula de DNA. A menção a estes cientistas, descobridores da estrutura da molécula de DNA foi realizada na sala informatizada, durante a utilização do OVA “DNA replicação” pelos estudantes. Com os índices obtidos no pós-teste verifica-se que houve uma grande melhoria na compreensão do conteúdo, pois a mediana e moda atingiram o coeficiente 5,00.

As tabelas 9 e 10 apresentam os dados obtidos para média, mediana, moda e desvio padrão para o grupo de perguntas, em escala Likert, referentes ao conteúdo de Genética Mendeliana que abrange as questões de número 31 até a questão de número 45. A tabela de número 9 traz os dados obtidos com as turmas A e B, utilizando o questionário 1 e a tabela 10 traz os dados obtidos com as turmas C, D, E, F, utilizando o questionário 2.

**Tabela 9** - Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do Pré-teste e Pós-teste das questões sobre Genética Mendeliana. Turmas A e B.

Questões	Pré-teste				Pós-Teste			
	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
31	3,61	4,00	4,00	0,99	<b>4,35</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,85</b>
32	3,43	3,00	3,00	0,81	<b>4,24</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	<b>0,82</b>
33	3,45	3,50	3,00	1,07	<b>4,74</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,49</b>
34	3,67	4,00	4,00	0,99	<b>4,65</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,60</b>
35	3,22	3,00	3,00	1,03	<b>4,65</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,48</b>
36	3,45	3,50	Múltiplo	1,03	<b>4,35</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,97</b>
37	4,04	4,00	4,00	0,92	<b>4,52</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,72</b>
38	3,02	3,00	3,00	0,91	<b>4,41</b>	<b>4,00</b>	múltiplo	<b>0,65</b>
39	3,06	3,00	3,00	0,77	<b>4,43</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,69</b>
40	3,24	3,00	3,00	0,85	<b>4,59</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,54</b>
41	3,19	3,00	3,00	0,81	<b>4,37</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,83</b>
42	3,74	4,00	4,00	0,74	<b>4,48</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,78</b>
43	4,04	4,00	4,00	0,96	<b>4,46</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,89</b>
44	3,61	4,00	4,00	1,04	<b>4,37</b>	<b>4,50</b>	<b>5,00</b>	<b>0,83</b>
45	3,85	4,00	5,00	1,05	<b>4,61</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,71</b>

Fonte: Autoras.

**Tabela 10** - Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do Pré-teste e Pós-teste referentes ao grupo de questões sobre Genética Mendeliana. Turmas C, D, E, F.

Questões	Pré-teste				Pós-Teste			
	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão
31	3,63	4,00	3,00	0,96	<b>4,45</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,16</b>
32	3,16	3,00	3,00	0,77	<b>4,17</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,46</b>
33	3,65	4,00	4,00	0,99	<b>4,96</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,17</b>
34	4,19	4,00	4,00	0,74	<b>4,87</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,33</b>
35	2,82	3,00	3,00	0,98	<b>4,67</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,95</b>
36	3,66	4,00	4,00	0,74	<b>4,72</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,77</b>
37	3,68	4,00	4,00	1,06	<b>4,79</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,74</b>
38	3,29	3,00	3,00	0,89	<b>4,61</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,93</b>
39	3,45	3,50	4,00	0,73	<b>4,85</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,35</b>
40	3,40	3,00	3,00	0,85	<b>4,72</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,79</b>
41	3,35	3,00	3,00	0,85	<b>4,53</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,08</b>
42	3,52	3,00	3,00	0,82	<b>4,85</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,35</b>
43	2,53	2,00	2,00	1,08	<b>4,00</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,52</b>
44	3,76	4,00	4,00	0,90	<b>4,62</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>0,81</b>
45	2,81	3,00	3,00	1,06	<b>3,93</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,67</b>

Fonte: Autoras.

As questões que merecem destaque para este grupo de perguntas, devido à diferença entre os valores obtidos para a média, mediana e moda no pré-teste e pós-teste, são as de número 32, 35, 38, 39, 41, 43 e 45, nas quais a maioria das respostas passaram de “sem opinião” de valor 3,00 para “concordo plenamente” de valor 5,00.

A resposta “sem opinião” para estas questões resultou em um coeficiente 3,00 ou próximos de 3,00 para a média, mediana e moda. Estes valores já eram esperados, justamente pelo fato de que o conteúdo de Genética é apresentado, em sua maioria, durante o 3º ano do Ensino Médio. Porém, o que é notável são os valores do pós-teste, no qual os estudantes passaram de “sem opinião” à resposta “concordo plenamente”, apresentando coeficientes entre 4,00 e 5,00 para a média e, em sua maioria, 5,00 para mediana e moda.

A questão de número 32 refere-se aos alelos letais “Alelos que causam doenças, ou que diminuem a taxa de sobrevivência ou de reprodução de um organismo, são chamados de alelos deletérios”, afirmação verdadeira, em ambos os questionários, de acordo com Griffiths et al (2011) “Um alelo que é capaz de causar a morte de um organismo é chamado de alelo letal” (GRIFFITHS, WESSLER, LEWONTIN, CARROLL. p. 192. 2011).

Como é possível perceber através dos valores próximos de 3,00 para média, mediana e moda no pré-teste, os estudantes desconheciam o conceito de alelo letal, conceito este que foi adquirido no decorrer das aulas, o que é demonstrado por meio

dos valores destas mesmas medidas para o pós-teste. O conceito de alelos letais foi trabalhado com o OVA “Qual é a Palavra? Tecnologias de manipulação do DNA”.

Sobre os experimentos realizados por Gregor Mendel observa-se, pelos valores próximos a 3,00 apresentados para a média, mediana e moda para a questão 35 no pré-teste, que os estudantes desconheciam que experimento Mendel havia realizado e como estes se procederam. Analisando os resultados obtidos no pós-teste, percebe-se que estes valores passam para 5,00 ou estão próximos a 5,00, o que nos permite verificar que os estudantes passaram a compreender os conceitos aí presentes.

A questão 35 é uma afirmação falsa, para o questionário 2, já que na pergunta consta que os experimentos realizados por Mendel utilizavam milho e não ervilhas, como Mendel realmente utilizou. Os conceitos envolvidos na questão 35 foram debatidos com o auxílio do vídeo “Mendel e as ervilhas” visto que dos OVAs interativos encontrados nenhum fazia referência a tais conceitos. Este vídeo está disponível no *youtube* e faz parte da sequência didática elaborada.

As questões 38 e 39 de acordo com Griffiths et al (2011) são afirmações verdadeiras para os dois questionários. Nas quais os estudantes demonstraram, com os valores próximos a 3,00 obtidos para média, mediana e moda, no pré-teste, que desconheciam o conceito de alelos homocigotos e heterocigotos, apropriando-se destes conceitos com o auxílio do OVA “Qual é a palavra? Tecnologias de manipulação do DNA”, como pode-se verificar através dos valores 5,00 ou próximos de 5,00 obtidos para a média, mediana e moda no pós-teste.

Sobre os seres homocigotos e heterocigóticos Griffiths et al (2011) afirmam “uma planta com um par de alelos idênticos é chamada homocigota, uma planta na qual os alelos do par diferem é chamada de heterocigota” (GRIFFITHS, WESSLER, LEWONTIN, CARROLL. 2011, p.34.).

A questão 41, também uma afirmação verdadeira para os dois questionários “Fenótipo designa as características morfofisiológicas ou comportamentais manifestadas por um indivíduo”, pois de acordo com Griffiths et al (2011) “um fenótipo pode ser definido como uma forma de uma característica”. (GRIFFITHS, WESSLER, LEWONTIN, CARROLL. 2011, p.31.).

A questão 41 apresenta resultados que afirmam que os estudantes desconheciam o conceito de fenótipo. Este conceito foi trabalhado na sala de informática utilizando o OVA “Qual é a palavra? Tecnologias de manipulação do DNA” na mediação do processo de ensino e aprendizagem,

A questão de número 43 “Os genes se localizam nos cromossomos”, primeiro questionário e, “os genes se localizam no citoplasma das células eucarióticas”, segundo questionário, é uma afirmação verdadeira no primeiro caso e falsa para o segundo caso. Pois, de acordo com Griffiths et al (2011):

Nos eucariontes, a maior parte do DNA de um genoma é encontrada o núcleo de cada célula. Esse DNA nuclear é dividido em unidades chamadas cromossomos (GRIFFITHS, WESSLER, LEWONTIN, CARROLL. p.27. 2011).

Para esta questão, número 43, pode-se observar que as respostas dadas pelos estudantes das turmas C, D, E, F apresentaram valores iguais ou próximos de 2,00 para os índices de média, mediana e moda durante o questionário pré-teste. Estes valores atingem o índice de 5,00 ou próximos a 5,00 para estas mesmas medidas no pós-teste. O que nos permite verificar que os estudantes conseguiram compreender os conceitos envolvidos na questão. Sendo de grande importância para tal objetivo a utilização do OVA “Qual é a palavra? Tecnologias de manipulação do DNA” e também o OVA “Síntese proteica”.

A questão 45 é uma afirmação verdadeira para o primeiro questionário e falsa para o segundo questionário, já que o tipo sanguíneo é um fator hereditário, portanto, é determinado geneticamente. Analisando a tabela10 para a questão 45 pode-se perceber que houve grande avanço no aprendizado dos estudantes, já que estes apresentaram valores próximos a 3,00 para as medidas de média, mediana e moda no pré-teste e no pós-teste estes valores estão próximos a 5,00.

Os principais conceitos abordados nesta questão estão presentes no vídeo “Mendel e as ervilhas” e no OVA “Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA.

Analisando os dados obtidos verifica-se que os estudantes trazem conceitos prévios sobre os referidos assuntos. Isso pode ser utilizado como ponto de partida para o desenvolvimento das aulas, permitindo que o estudante reconsidere estes conceitos e os reformule adequadamente ou os substitua, sendo estimulado a isso com a utilização de construtos tecnológicos que fazem parte de seu dia a dia, portanto, atuam de forma eficaz na mediação do conhecimento.

Como afirma Bachelard (1996) “o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos” (BACHELARD, 1996. p.17).

Estes conceitos prévios podem ser identificados a partir da análise das medidas de tendência central, observadas nas tabelas 5 a 10.

Nota-se assim, a influência que os OVAs exerceram no processo de ensino e aprendizagem das áreas de Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética Mendeliana, apresentando uma metodologia que promove maior interação entre estudante-estudante, estudante-professor e estudante-conteúdo, o processo de aprendizagem foi facilitado.

A utilização de recursos tecnológicos em sala de aula promove um aumento na velocidade com que as pessoas se comunicam, sendo que esta comunicação e a interação são inerentes às atividades de ensinar e aprender.

Com os resultados obtidos nesta pesquisa pode-se perceber que a introdução de recursos tecnológicos promoveu, além da maior interação social, a problematização dos conceitos abordados, visto que a partir destes recursos muitas discussões foram desencadeadas.

Analisando os dados obtidos no pré-teste e no pós-teste nesta terceira etapa da pesquisa percebe-se que os OVAs são eficazes como metodologia de ensino. Nota-se também, que alguns OVAs poderão ser utilizados pelo estudante sem a presença do professor, assim como o “Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA” porém, outros se mostram com um melhor resultado quando o estudante possui um auxílio maior do professor, assim como o “DNA Recombinante”.

#### *4.1.3 Avaliação dos Objetos Virtuais de Aprendizagem*

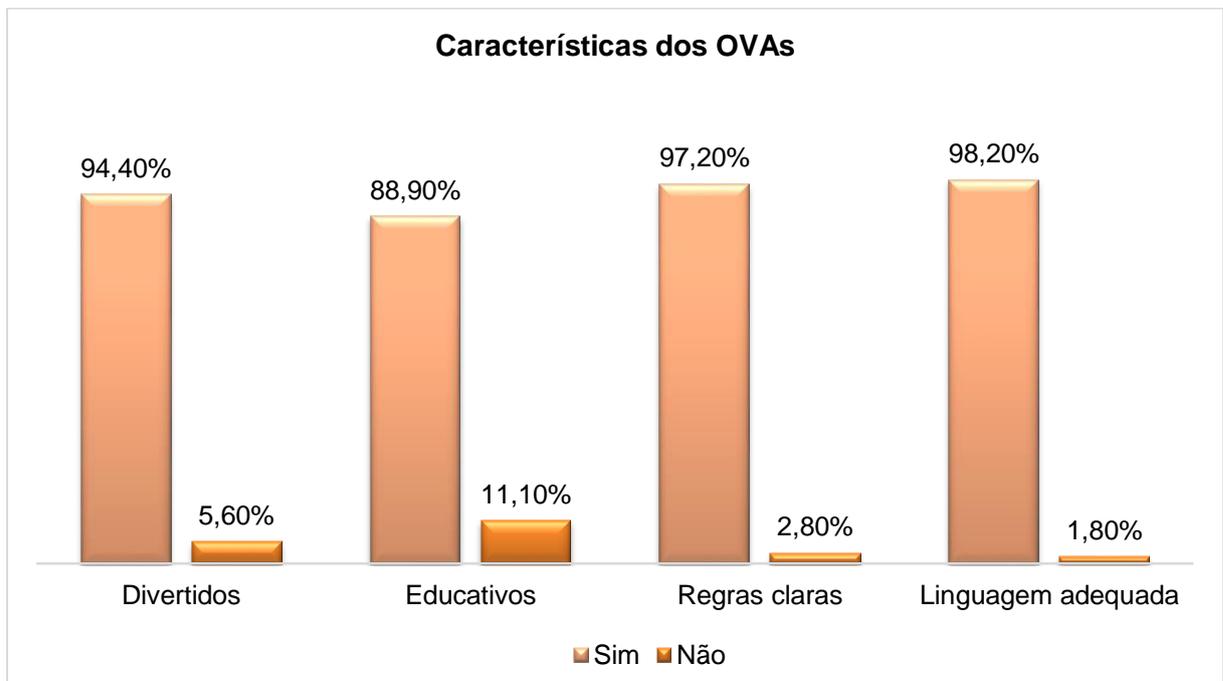
A avaliação dos OVAs torna-se importante nos aspectos de ludicidade e de aprendizagem. Com o intuito de averiguar a potencialidade destes objetos construiu-se um questionário composto por treze questões, disponível no apêndice C. Este questionário foi utilizado com todas as turmas pesquisadas, portanto, a análise dos dados será apresentada conjuntamente.

Após a utilização dos OVAs pelos estudantes deu-se a aplicação de um questionário, no qual buscou-se a opinião dos estudantes sobre os OVAs utilizados

na sequência didática para o ensino de Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética Mendeliana.

Através das respostas obtidas no questionário de avaliação dos OVAs, pode-se considerá-los como importantes ferramentas metodológicas que destacam-se no processo de ensino e aprendizagem, devido principalmente ao seu caráter interativo, apresentando conceitos de grande importância para as áreas de Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética Mendeliana de modo inovador, isso proporciona aos estudantes um aprendizado maior e mais agradável.

Através das respostas obtidas neste questionário pode-se perceber o quão os estudantes consideraram os objetos escolhidos divertidos, educativos, com regras claras e linguagem adequada. Dados que são vistos no gráfico 2.

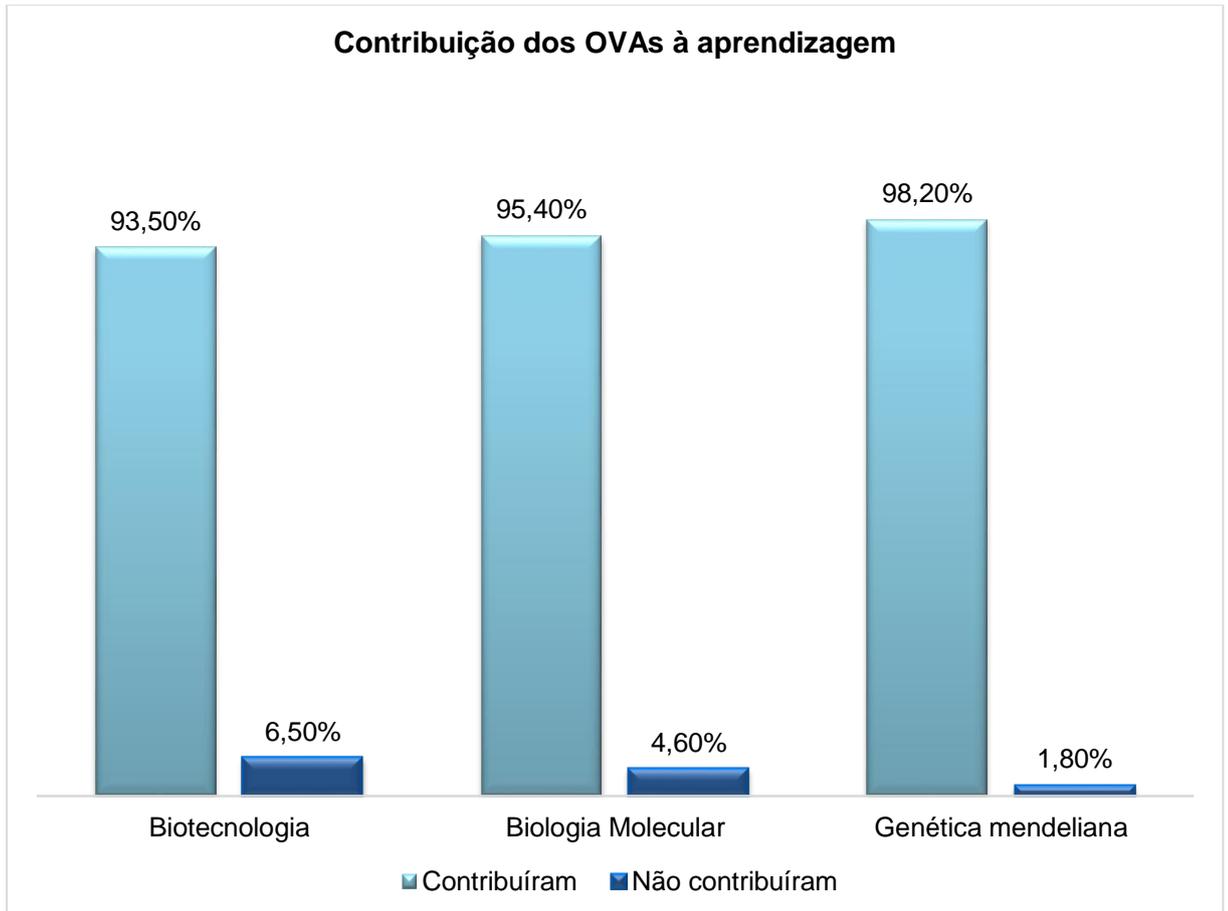


**Gráfico 2** – Características dadas pelos estudantes aos OVAs utilizados.  
Fonte: Autoras.

Como nota-se no gráfico 2 mais de 97% dos estudantes afirmaram que os OVAs apresentam regras claras e linguagem adequada, o que facilita sua utilização e, conseqüente compreensão dos conceitos abordados

Quanto a contribuição ao processo de ensino aprendizagem que os OVAs apresentaram sobre as áreas de Biologia Molecular, Biotecnologia e Genética Mendeliana obteve-se o gráfico de número 3. Onde mais de 98% (n = 106) dos estudantes amostrados afirmaram que os OVAs ajudaram na compreensão dos conceitos de Genética Mendeliana. Somente dois estudantes afirmaram que os OVAs

não contribuíram para a compreensão dos conceitos de Genética Mendeliana. Para o conteúdo de Biologia Molecular mais de 95% (n = 103) dos estudantes afirmam que a utilização desses objetos favoreceu a assimilação desses conceitos aí envolvidos e, os OVAs utilizados na mediação do ensino do conteúdo de Biotecnologia aparece com mais de 93% (n = 101) de aprovação dos estudantes.



**Gráfico 3** - Gráfico comparativo da contribuição que os OVAs apresentaram sobre os conteúdos relacionados. Para o total de 108 estudantes amostrados.

Fonte: Autoras.

Observa-se no gráfico 3 que os OVAs selecionados para trabalhar as áreas de Genética Mendeliana e de Biologia Molecular contribuíram, de acordo com a opinião dos estudantes, mais significativamente para seu aprendizado do que os OVAs selecionados para o ensino de Biotecnologia.

Esta maior contribuição dos OVAs para as áreas de Genética Mendeliana e Biologia Molecular também pode ser percebidas quando analisamos os dados obtidos para as medidas de tendência central, nas tabelas 5 a 10. Comparando estas tabelas percebe-se que os valores obtidos para o pré-teste e para o pós-teste apresentam

maiores diferenças primeiramente ao grupo de questões referentes a Genética Mendeliana, seguido pelo grupo de questões referentes a Biologia Molecular.

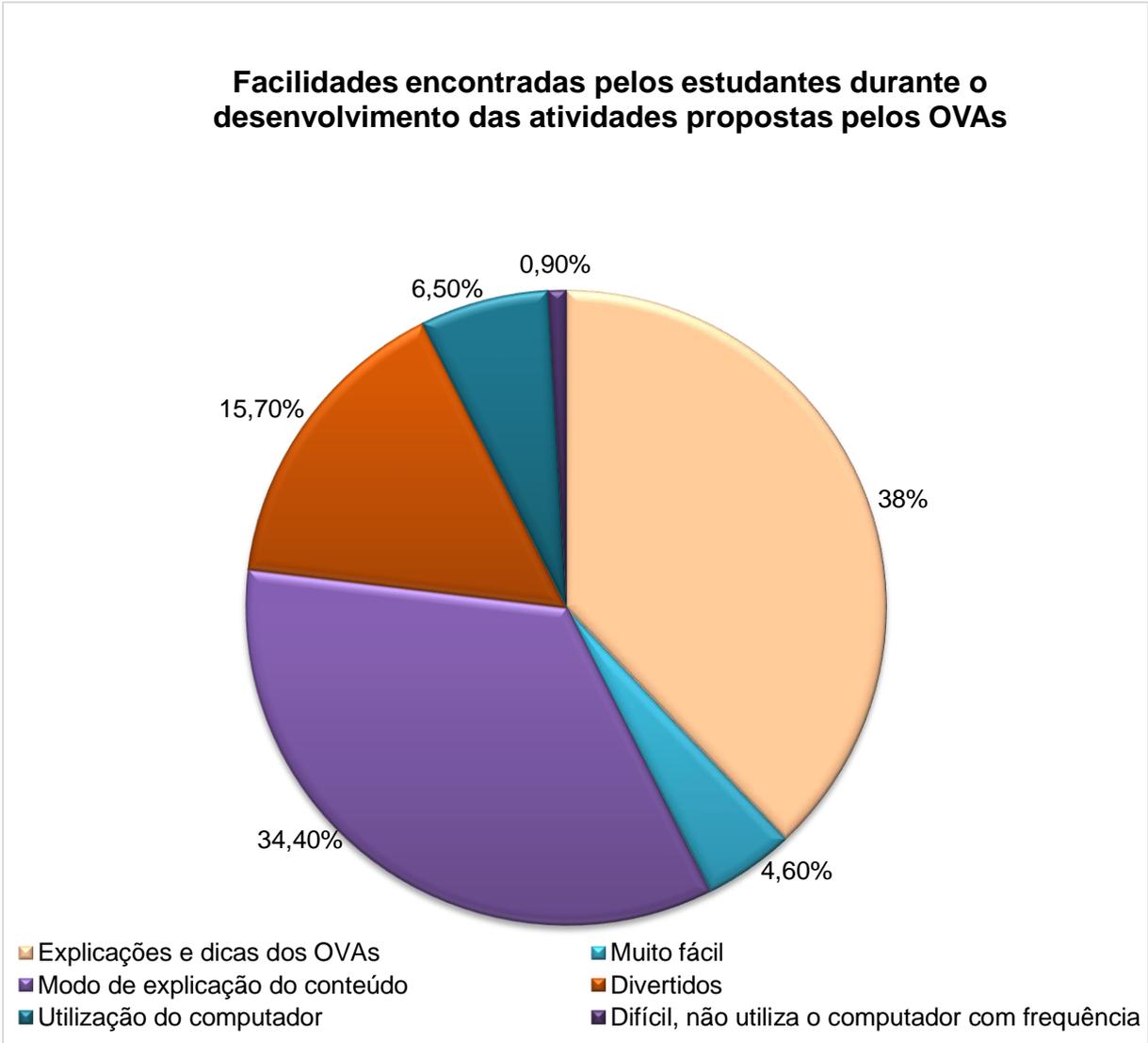
Quando os estudantes foram questionados sobre a intenção de utilização dos OVAs para outros contextos 93,5% (n = 101) dos estudantes amostrados afirmaram que gostariam de utilizar mais OVAs e, também para outros conteúdos e disciplinas. Somente 6,5% (n = 7) dos estudantes amostrados afirmaram que não gostariam de realizar outras atividades semelhantes às que foram realizadas com a aplicação desta sequência didática.

Sobre as dificuldades encontradas pelos estudantes para a realização das atividades utilizando os OVAs obteve-se diversas respostas, das quais cerca de 73,15% (n = 79) dos estudantes afirmaram que não encontraram nenhuma dificuldade em realizar as atividades propostas, desta forma o estudante E95 mencionou: “não encontrei nenhuma dificuldade, pelo contrário, consegui compreender muito bem todas as questões”.

Dezenove estudantes (17,60%) encontraram dificuldade com o conteúdo abordado; cerca de 3,70% (n = 4) dos estudantes afirmaram que encontraram dificuldades de interpretação dos textos presentes nos OVAs; 1,85% (n = 2) encontraram dificuldade em acessar o OVA; 1,85% (n = 2) encontraram dificuldades com os equipamentos, ou seja, número reduzido de computadores e fones de ouvido que não funcionavam, conforme comenta o estudante E81: “Encontrei dificuldade nas perguntas mais complexas, e principalmente nas quais eu não tinha feito algum tipo de atividade, mas, o que prejudicou foi a qualidade dos computadores da instituição onde estudo”.

Destaca-se ainda que 1,85% (n = 2) dos estudantes amostrados encontraram dificuldades na utilização dos computadores, que segundo estes, devido à sua falta de habilidade e frequência na utilização destes equipamentos, o que talvez tenha prejudicado sua aprendizagem, portanto, como comenta Ausubel (2003), o potencial significativo do material, muda de acordo com a realidade em que se encontra o indivíduo. Assim, a utilização de OVA torna-se um material significativo para os estudantes que utilizam o computador regularmente, o que o torna uma ferramenta mais acessível. Porém, para os estudantes que não utilizam o computador regularmente, esta metodologia pode tornar-se um obstáculo à aprendizagem.

Quanto as facilidades encontradas pelos estudantes na realização das atividades propostas com os OVAs obteve-se o gráfico de número 4.



**Gráfico 4** - Facilidades apontadas pelos estudantes durante o desenvolvimento das atividades propostas pelos OVA selecionados. N = 107  
Fonte: Autoras.

Neste gráfico observa-se que 38% dos estudantes desenvolveram as atividades facilmente devido às explicações e dicas contidas no próprio objeto virtual. Dessa forma, o estudante E47 comenta “A linguagem é clara e objetiva o que facilita a compreensão da atividade, e do conteúdo estudado”. O estudante E48 também comenta “ótimo material virtual, fácil e claro”. O estudante E57 comenta sobre os OVAs: “têm uma boa explicação a linguagem é bem fácil”. O estudante E93 menciona “A linguagem das atividades propostas estavam adequadas ao nosso uso”.

Nota-se o potencial na mediação do conhecimento que o OVA apresenta, sendo este, de acordo com o descrito por Ausubel (2003), um material potencialmente

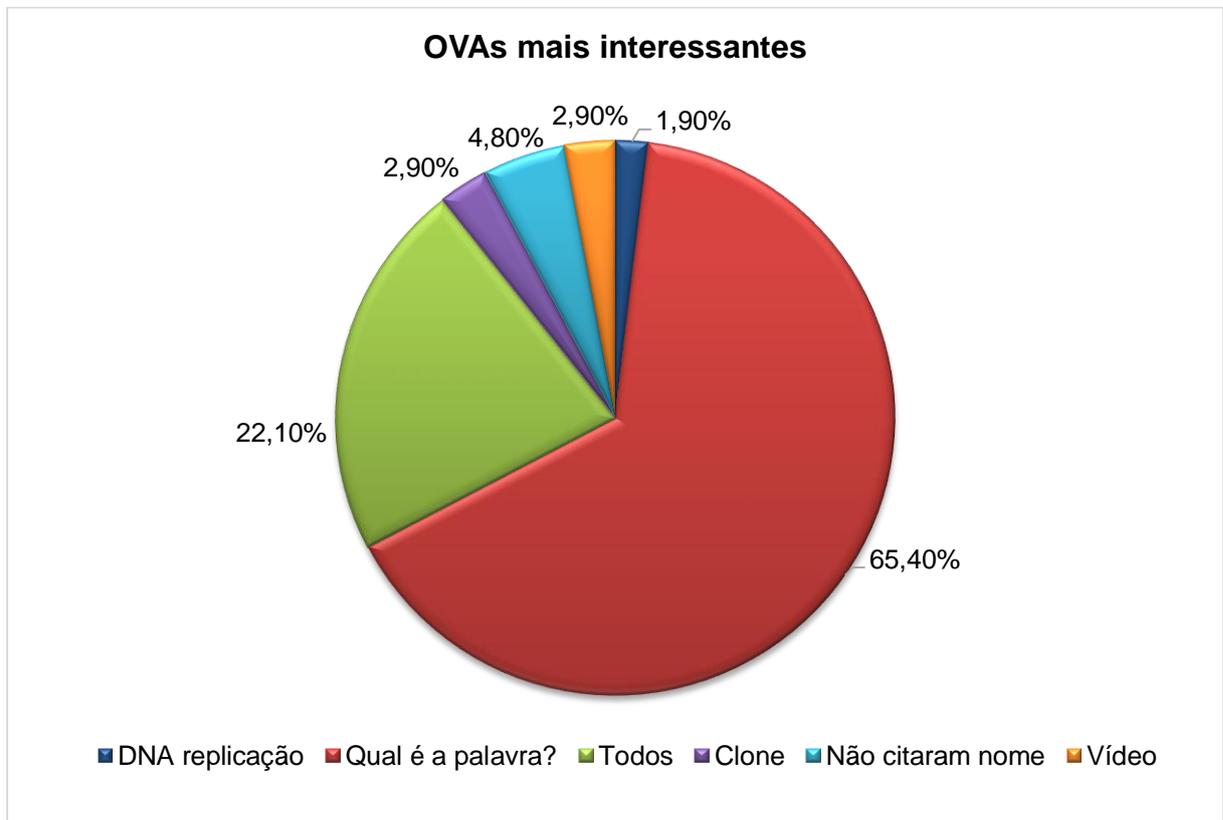
significativo, permite a manipulação dos instrumentos pelo estudante ao mesmo tempo que se dá a aprendizagem.

Sobre a utilização do computador o estudante E62 comenta: “Por ser realizado no computador ficou mais fácil”.

Ainda sobre as facilidades encontradas o estudante E95 escreveu “as facilidades foram várias mas, achei interessante interagir com os colegas” o que demonstra o caráter interativo dos OVAs, não somente com o conteúdo mas, também entre os estudantes. Um estudante deixou a questão sem resposta.

Dos Objetos Virtuais de Aprendizagem utilizados, os estudantes consideraram mais interessante o objeto “Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA”, representado na figura 5.

O gráfico 5 refere-se ao índice de importância dada pelos estudantes aos OVAs utilizados, indicando-os em ordem decrescentes como os mais interessantes. Nota-se que alguns deles não foram sequer citados pelos estudantes enquanto que um OVA em especial foi indicado pela grande maioria dos estudantes. Alguns estudantes afirmaram que todos os OVAs selecionados são interessantes e outros teceram elogios aos OVAs sem citar o nome deste.



**Gráfico 5** - Demonstração dos Objetos Virtuais de Aprendizagem considerados mais interessantes pelos estudantes pesquisados (n = 103)  
Fonte: Autoras.

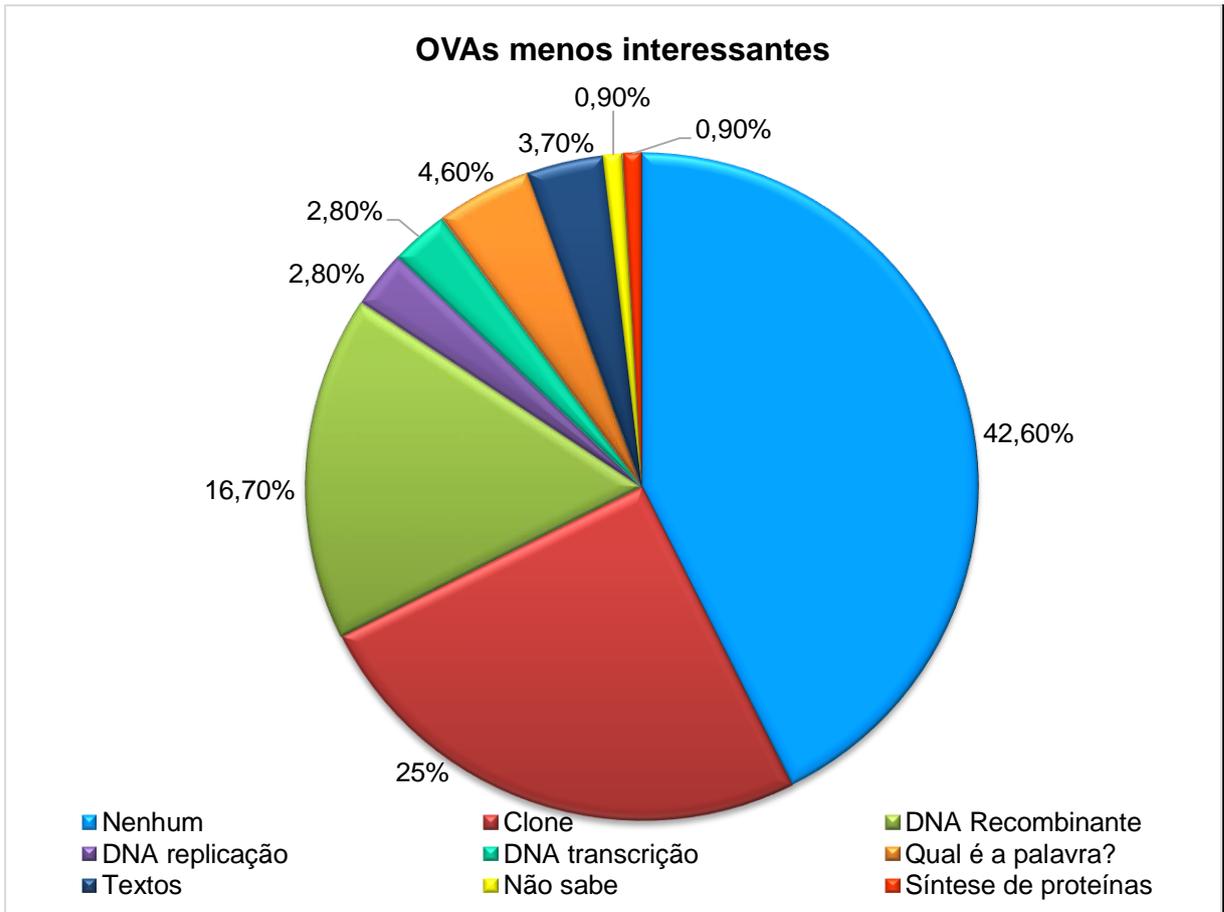
Pode-se perceber no gráfico 5 que o OVA considerado pelos estudantes como mais interessante é o OVA “Qual é a Palavra? Tecnologias de manipulação do DNA”. Sobre este OVA o estudante E47 comenta: “o objeto foi Qual é a palavra? porque de um modo claro, foi possível memorizar alguns conceitos relacionados ao conteúdo, que tinha dificuldade em compreender”. O estudante E48 comenta este OVA, “Qual é a palavra. Pois é um jogo da forca, que faz com que você interaja mais e ao mesmo tempo aprenda”. O estudante E63 também diz que: “A forca, porque é mais divertido e aprende mais, se não souber o bonequinho morre”. Outros comentários realizados ainda podem ser destacados, assim como o E97 que escreveu “O da forca, foi o mais interessante pois foi o mais interativo” e o E107 que escreveu “A forca, as questões são claras e é mais fácil de memorizar”.

Isto demonstra a importância da interação na aprendizagem e o quanto esta é mais eficaz quando o estudante participa deste processo de construção.

Cerca de 22% dos estudantes afirmaram que todos os OVAs utilizados são interessantes, sendo que o estudante E82 comenta “Todos!!!! Porque essas atividades nos ajudam a entender mais o conteúdo de sala de aula”. Quatro estudantes fizeram referência ao questionário e um estudante deixou sem resposta válida, ambos os casos não foram incluídos no gráfico 5.

Verificando os dados contidos no gráfico 5 e comparando-os às medidas de tendência central, encontradas nas tabelas 5 a 10 observa-se que o OVA preferido pelos estudantes é também o que mais influenciou a aprendizagem, pois refere-se ao conteúdo de Genética Mendeliana. Justamente o conteúdo que apresentou maior diferença para as medidas de tendência central entre o pré-teste e o pós-teste, que podem ser vistas nas tabelas 9 e 10.

No gráfico 6 estão relacionados os OVAs considerados menos interessantes pelos estudantes pesquisados.



**Gráfico 6** - Demonstração dos Objetos Virtuais de Aprendizagem considerados menos interessantes pelos estudantes amostrados (n = 108).  
Fonte: Autoras.

Observa-se claramente no gráfico 6 que cerca de 42,60% dos estudantes considera todos os OVAs selecionados interessantes. Assim, o OVA considerado menos interessante pelos estudantes foi o “Clone”, com 25%. Acredita-se que isto se deva ao fato deste objeto consistir somente de um áudio, pois não possui imagens ilustrativas e também não permite a ação do estudante sobre o mesmo. Desta forma, o estudante E62 justifica: “O clone, a música é sem graça e falam muito rápido não dá para entender o conteúdo do diálogo”. Como descrito na metodologia este OVA consiste em um áudio, no qual os personagens representados por vacas discutem o processo de clonagem. Ainda sobre o OVA “Clone” o estudante E106 comenta “o clone, era somente música e sem graça ainda” e o estudante E96 menciona “o áudio das vacas achei o menos interessante pois não era interativo”.

Esta rejeição é seguida pelo objeto “DNA Recombinante”, com 16,70%, que apesar de ser amplamente utilizado para explicações em sala de aula, não permite que o estudante atue sobre a atividade, tornando-se assim um objeto que

compreende, basicamente, imagens ilustrativas e leitura. Para o qual o estudante E63 comenta este OVA “DNA recombinante, só tem leitura”. Assim, percebe-se que os materiais considerados pouco interessantes são aqueles que não permitem a ação do estudante sobre o objeto. Ainda sobre o OVA “DNA Recombinante” o estudante E70 comenta “DNA recombinante. Pois era só leitura sem nenhum exercício, se tornando cansativo”, o estudante E73 menciona “DNA recombinante, era só leitura esclarecendo o que que é, não tinha algo que fosse empolgante”

Aproximadamente 3,70% dos estudantes não se referiram especificamente a um OVA, mas mencionaram que, o que menos os atraiu foram os textos contidos nos OVAs. Porém, os textos aí presentes são considerados importantes, pois permitem aos estudantes compreender o OVA em questão. Considerando também que, como se observa no gráfico 4, aproximadamente 38% dos estudantes afirmaram que as dicas e explicações contidas no próprio OVA facilitaram sua aprendizagem.

Dos estudantes amostrados 2,80% indicam que o OVA menos interessante é o DNA Transcrição, sobre o qual o estudante E51 comenta: “DNA de transcrição, porque é muito complexo”. Neste OVA o estudante deverá construir uma molécula de RNA mensageiro (RNAm), para isso o OVA disponibiliza as cinco bases nitrogenadas, Adenina, Timina, Guanina, Citosina e Uracila, sendo que o estudante deverá selecionar as bases que constituem o RNAm e liga-las para que o processo de transcrição ocorra.

Nota-se então, que os OVAs considerados pelos estudantes como menos interessantes, são aqueles que reduzem ou impedem a atuação do estudante sobre o conteúdo a ser aprendido.

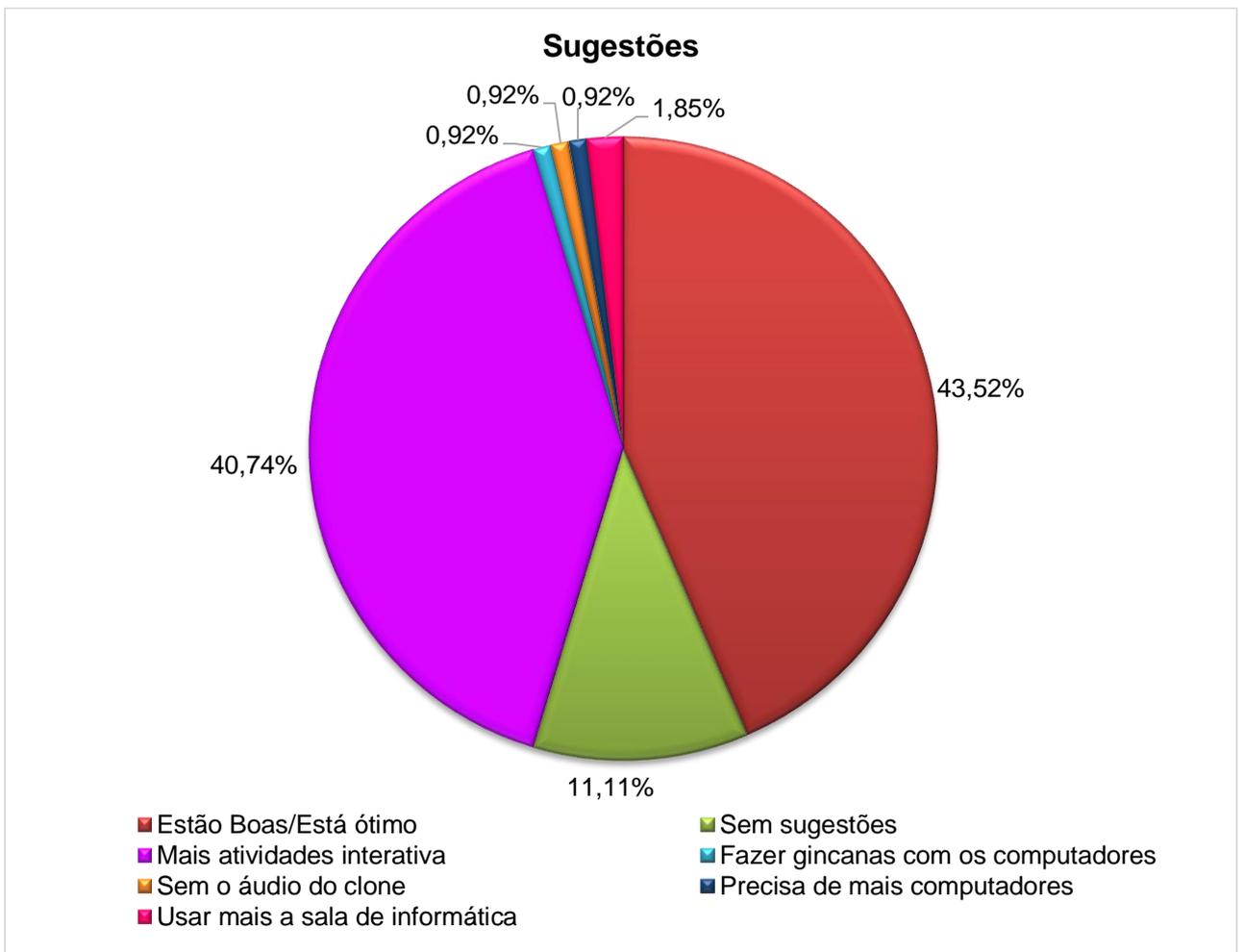
Um estudante escreveu que o menos interessante é “a qualidade do computador da instituição em que estudo”. Esta reclamação dos estudantes sobre os computadores presentes nas escolas públicas ocorreu em todas as turmas em que se deu esta pesquisa.

Comparando-se este dados com os dados exemplificados no gráfico 5 e nas tabelas 5 a 10 verifica-se que os OVAs considerados pelos estudantes como menos interessantes referem-se ao conteúdo de Biotecnologia, conteúdo este que apresentou menor diferença entre os resultados obtidos para os índices de média, mediana e moda. Este grupo de questões também apresentou pouca diferença entre os índices de alfa de Cronbach, o que demonstra que os estudantes ficaram em dúvida

no momento de responder os questionários, o que pode ter gerado respostas aleatórias.

Ainda sobre os OVAs solicitou-se que os estudantes deixassem sugestões de como esta atividades poderiam ser melhoradas, os estudantes que responderam disseram que as atividades utilizadas estão boas e algumas sugestões foram feitas sobre a inserção de mais atividades interativas no ensino, inserir mais imagens, vídeos. Sobre esta questão o estudante E62 escreve: “colocar mais atividades que permitam interagir”.

Para a questão de número 13 da avaliação dos OVAs, "Dê sugestões de como estas atividades podem ser melhoradas", obteve-se o gráfico de número 7.



**Gráfico 7**– Demonstração das sugestões dadas pelos estudantes sobre a utilização dos OVAs (n = 108).

Fonte: Autoras.

Observando o gráfico 7 percebemos que 40% (n = 44) dos estudantes sugeriram que mais atividades interativas fossem utilizadas, assim o estudante E8,

fazendo referência aos OVAs, comenta que “todo conteúdo estudado em sala poderia ser visto assim, fica mais fácil de entender”.

Ainda sobre a interatividade oferecida pelos OVAs, um estudante E6 menciona “para mim estão todas boas, eu acho que devia ter mais perguntas, um caça palavras, desenhos de montar, quebra cabeça”. O estudante E41 comenta que “deve continuar com esse método de fazer aulas, está sendo bem interessante e estamos aprendendo bem”. Outro estudante, E2 e o estudante E3 comentam que “deveria ter mais jogos como a força”.

Sobre a utilização de mais atividades interativas o estudante E107 escreveu “poderia trazer mais atividades como estas, pois ficaria mais fácil de aprender”, o estudante E106 comenta “poderia ter mais atividades dessa forma, em outros conteúdos”, o estudante E73 sugeriu “colocar tirinhas e personagens conversando, músicas sobre o assunto”.

Cerca de 43% dos estudantes (n= 47) indicaram que as atividades estão entre boas e ótimas. Com estas citações percebe-se que os estudantes gostaram de realizar estas atividades, como menciona o E41 e o E8, que a aprendizagem foi facilitada pela utilização destes recursos metodológicos. Assim, verifica-se o potencial significativo do material adotado.

O apreço dos estudantes pelos OVAs também são perceptíveis no comentário do estudante E93 “não precisa de melhoras, pois estão ótimas para o aprendizado”, sendo que o estudante E71 comenta “Estas atividades são bons meios de ensino. Através dos meios tecnológicos é mais fácil de aprender”.

Destaca-se também o comentário do estudante E42, que menciona “só precisa de mais computadores”, comentário pertinente para grande parte das escolas públicas, visto que muito se comenta sobre a inserção da tecnologia no ensino, porém, a disponibilidade de recursos por parte dos governantes ainda é insuficiente para a demanda escolar.

Dois estudantes sugeriram que se fizesse uso da sala de informática mais vezes, o que denota o pouco uso desta pelos professores.

De acordo com Giordan (2008),

O computador altera, em maior ou menor grau, a organização do ensino porque, ao alargar as fronteiras da sala de aula para o laboratório de informática ou para a internet produz formas de interação social e de mediação ainda não experimentadas (GIORDAN, 2008. p. 107).

Com a análise dos dados obtidos a partir dos estudantes amostrados percebe-se que o fato destes estarem em um ambiente diferente, fazendo atividades diversificadas relacionadas com conteúdo utilizado em sala de aula facilita seu aprendizado. De modo que estes estudantes tiveram maior oportunidade de interação com o conteúdo estudado.

Para Moran et al (2000)

A ênfase no processo de aprendizagem exige que se trabalhe com técnicas que incentivem a participação dos alunos, a interação entre eles, a pesquisa, o debate, o diálogo; que promova a produção do conhecimento (MORAN, MASETTO, BEHRENS, 2000, p. 143).

Percebe-se que a partir do momento em que o estudante trabalha com um material que lhe é significativo, que lhe permite maior interação, a aprendizagem torna-se mais concreta, pois nesta pesquisa nota-se que o material utilizado além de significativo ainda permite a ação do estudante sobre a construção do conhecimento.

Para Ausubel et al (1987)

A finalidade do ensino é a aprendizagem por parte do aluno; muito embora o insucesso na aprendizagem dos alunos não indique necessariamente a competência do professor, o produto da aprendizagem é ainda a única medida possível para se avaliar o mérito do ensino (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1987, p. 12).

Com as datas estabelecidas nesta pesquisa para aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste, não podemos considerar a aprendizagem obtida pelos estudantes amostrados como significativa. Mas pode-se verificar, através dos dados obtidos, que ocorreu aprendizagem dos conceitos propostos.

Buscou-se comparar os resultados obtidos nesta pesquisa, onde se adotou uma metodologia interativa, com outra pesquisa realizada por Bonzanini e Bastos (2005), sendo esta realizada com 38 estudantes, com aplicação de pré-teste e pós-teste, também sobre o ensino de Genética, porém, através de aulas expositivas tradicionais. Como mencionam os referidos autores, as aulas de Genética foram desenvolvidas de forma tradicional com conteúdo clássicos, uso de apostila, aulas expositivas, resolução de exercícios, sendo que em uma das aulas a professora propôs uma pesquisa sobre Organismos Geneticamente Modificados (OGM).

Verificando os resultados e discussões da referida pesquisa os autores citam:

“Houve algum avanço, no entanto, ao que parece, a influência dos conteúdos trabalhados foi limitada” (BONZANINI e BASTOS, 2005. p. 5).

A superficialidade ou confusão constatada nas respostas do pós-teste pode estar relacionada ao fato de que os alunos, em geral, ao lidar com os exercícios de Genética, tendem a trabalhar de forma mecânica, e não por meio da aplicação de conceitos e raciocínios (BONZANINI e BASTOS, 2005. p. 8-9).

Os referidos autores, ainda mencionam que, o ensino de Genética proposto tradicionalmente, não foi capaz de fazer com que os estudantes construíssem e/ou aprendessem a selecionar as concepções mais adequadas para o contexto de uma avaliação de conhecimento tal como o questionário de pós-teste.

Já para as questões que envolviam organismos transgênicos, os autores afirmam que foram obtidos resultados positivos, os quais se refletiram em respostas mais bem informadas e elaboradas no pós-teste.

De acordo com as teorias da aprendizagem significativa proposta por Ausubel e Novak e, da epistemologia de Gaston Bachelard, isto se justifica devido à participação que os estudantes tiveram durante a realização da pesquisa, pois, desta forma os estudantes tiveram a oportunidade de rever seus conceitos, reduzindo assim os obstáculos epistemológicos.

Na realização do presente trabalho, acredita-se que a interação oferecida pelos OVAs tenha favorecido o bom rendimento que os estudantes apresentaram durante as aulas com sua utilização, o que repercutiu no resultado do pós-teste. Este bom rendimento também pode ser observado durante a realização de atividades avaliativas desenvolvidas durante o período no qual foram trabalhados estes conteúdos, pois numa determinada situação uma estudante fez referência aos OVAs durante a realização da prova bimestral. Assim podemos considerar o computador e os OVAs materiais potencialmente significativos, pois através da utilização destes recursos, obteve-se maior compreensão dos conteúdos por parte dos estudantes.

Bonzanini e Bastos (2005) revelam em sua pesquisa que os estudantes se interessam pelas temáticas contemporâneas, como a clonagem, organismos transgênicos e projeto genoma. Todos esses assuntos foram tratados neste trabalho de forma interativa, o que proporcionou resultados positivos sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Com os resultados obtidos nesta pesquisa verifica-se a importância da escolha adequada do material didático pelo professor, como já mencionado por Ausubel, este material deve ser significativo para o estudante. Desta forma verificamos que os OVAs são materiais significativos, pois proporcionaram maior aprendizagem aos estudantes amostrados e não se relacionam de forma arbitrária com a estrutura cognitiva do estudante.

Verificou-se também, que com o auxílio dos OVAs os estudantes puderam rever muitos de seus conceitos, que como dito anteriormente por Bachelard, conceitos estes que poderiam tornar-se obstáculos epistemológicos, o que dificultariam a aprendizagem de muitos outros conceitos importantes para a Biologia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo os temas abordados de grande relevância social e educacional e, também devido as suas peculiaridades científicas, estes podem ser considerados temas que requerem alto desempenho cognitivo, pois são considerados temas difíceis de serem ensinados e também de serem aprendidos.

Infelizmente tem-se hoje uma grande quantidade de estudantes que percebem o que é ensinado na escola como algo muito distante de sua realidade, tornando-se assim, o conhecimento pouco aproveitável.

A utilização de metodologias alternativas, assim como os OVAs, podem auxiliar o estudante a atingir o nível de abstração necessário para que ocorra a compreensão dos conceitos abordados durante o ensino das novas áreas da Biologia. Assim, vemos os OVAs como uma proposta para facilitar a aprendizagem dos conteúdos relacionados as novas áreas da Biologia.

A metodologia de pesquisa baseada em pré-teste e pós-teste forneceu informações sobre o desempenho dos estudantes na resolução das questões envolvendo conceitos de Biologia e, com os resultados obtidos pode-se concluir que os Objetos Virtuais de Aprendizagem apresentaram uma influência positiva sobre o processo de ensino e aprendizagem, visto que ocorreu um crescimento relevante no desempenho dos estudantes após a utilização dos OVAs.

Portanto, estes instrumentos auxiliam os professores em sua metodologia de ensino. Pode-se inferir que a utilização dos OVAs deve ser incentivada nas escolas, pois estes, como pudemos observar, são recursos que auxiliam a prática pedagógica do professor e permitem melhorias no processo de ensino e aprendizagem.

Assim pode-se concluir que os OVAs contribuíram para a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes pesquisados, sendo que o OVA que apresentou maior influência no processo de ensino e aprendizagem foi também o Objeto que possibilitou maior interação.

Com este estudo percebe-se o potencial significativos dos recursos tecnológicos como ferramentas de ensino e também sua contribuição na problematização dos assuntos abordados.

Porém, é importante destacar que a utilização dos OVAs não é uma solução para todos os problemas encontrados em sala de aula, é sim um recurso que, se bem utilizado pelo professor, poderá contribuir grandemente, para o desenvolvimento de suas aulas e também para a aprendizagem dos estudantes. Assim nota-se que não é a tecnologia que irá alterar a educação, mas sim, o modo como esta tecnologia é utilizada pela escola, principalmente na mediação entre a informação, o professor e o estudante.

Pode-se ressaltar ainda, a importância da atitude do professor perante as TICs e os novos recursos didáticos disponíveis, pois é este o principal responsável pelo planejamento das atividades realizadas em sala aula.

Outra questão a ser levantada é a atuação do professor como mediador entre o conhecimento científico presente nos OVAs com a aprendizagem do estudante, sendo este o responsável pelo bom desempenho da metodologia adotada. Como professora ministrante das aulas com a utilização dos OVAs, posso afirmar que minha presença foi muito mais solicitada durante a realização destas atividades na sala de informática, do que em sala de aula, em aula expositiva com a utilização do giz e quadro negro, principalmente pelos debates e discussões que foram gerados a partir dos conceitos apresentados pelos OVAs.

Com a utilização desta metodologia os estudantes ficaram mais livres para fazer questionamentos sobre o conteúdo abordado o que estreitou a relação professor-estudante, permitindo o amplo desenvolvimento do papel do professor como mediador e conseqüentemente, favorecendo a aprendizagem individual e coletiva.

A relação estudante-estudante também foi promovida, pois, devido ao número reduzido de computadores muitas das atividades propostas foram realizadas em duplas, nas quais percebeu-se uma grande interação entre os estudantes que debateram os assuntos abordados antes de exercer alguma ação sobre o OVA.

A partir desta vivência vemos os recursos tecnológicos como meios de dinamizar e promover o processo de ensino e aprendizagem através da mediação do professor em aulas presenciais e não somente no ensino a distância, no qual estes meios são amplamente utilizados.

No entanto, faz-se necessário que o professor esteja apto para a utilização de recursos metodológicos, como os OVAs e, para isso este professor precisa buscar cursos de formação e capacitação contínuos, além de materiais didáticos de qualidade disponíveis na escola para utilização.

Pretende-se com este trabalho, promover a utilização de recursos tecnológicos pelos educadores e também impulsionar a pesquisa entre os professores e a mediação tecnológica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Felipe de Lima. GOMES, Mariana de Souza. DIAS, Márcia A. da Silva. CAVALCANTE, Fabrício A. L. SILVA, Maria Simone M. Araújo da. A inovação metodológica no ensino de Biologia como ferramenta na abordagem de células-tronco. In VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2011, Campinas – SP. **Anais VIII ENPEC**, Campinas: UEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1591-1.pdf>>. Acesso em: 05 jun.2013.

ALMEIDA, Diogo. SANTOS, Marco Aurélio Reis dos. COSTA, Antônio Fernando Branco. Aplicação do coeficiente alfa de cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da Saúde Pública. In XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010, São Carlos – SP. **ENEGEP**, São Carlos, UNESP, 2010. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_131\\_840\\_16412.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_131_840_16412.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2014.

AMORIM, Antônio Carlos Rodrigues de. Biologia, Tecnologia e Inovação no Currículo do Ensino Médio. Faculdade de Educação/Unicamp. Investigação em Ensino de Ciências – V 3. p. 61-80, 1998. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID38/v3\\_n1\\_a1998.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID38/v3_n1_a1998.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2011.

ANDRADE, Jéssica Gonçalves de. SCARELLI, Giovana. RIVED e suas potencialidades na educação: os objetos virtuais de aprendizagem em questão. In: V Colóquio Internacional **Educação e Contemporaneidade**. São Cristóvão – SE/ Brasil. 21 a 23 de setembro de 2011. Disponível em: <<http://www.educonufs.com.br/vcoloquio/cdcoloquio/cdroom/eixo%208/PDF/Microsoft%20Word%20-%20RIVED%20E%20SUAS%20POTENCIALIDADES%20NA%20EDUCAÇÃO%20OS%20OBJETOS%20VIRTUAIS%20DE%20APRENDIZAGEM%20EM%20QUESTÃO.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2011

AUSUBEL, D. P. NOVAK, J.D. HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro, 1978.

AUSUBEL, D, P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Platano, 2003.

BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, Gaston. **O Novo Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.

BACHELARD, Gaston. **A filosofia do não: Filosofia do novo espírito científico**. Rio de Janeiro: Presença, 1984.

BACHELARD, Gaston. **A psicanálise do fogo**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

BONZANINI, Taitiâny Kárita. BASTOS, Fernando. Temas da Genética contemporânea e o Ensino de Ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam? In VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2011, Campinas – SP. **Anais VIII ENPEC**, Campinas: UEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0389-2.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2013.

BORGES, Maria dos A. C. Silva. BORGES, Aurélio Ferreira. REZENDE, José Luiz Pereira de. BORGES, Luiz Antônio Coimbra. BORÉM, Rosângela Alves Tristão. Adaptação e Validação do Questionário quanto a formação Ambiental. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. PPGE/ FURG-RS. Volume 26, janeiro a junho de 2011. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/remea/article/viewFile/3344/2000>>. Acesso em: 02 de jul. 2013.

BRASIL, MEC. **Guia de Tecnologias Educacionais**. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000016303.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2013.

CAMARGO. Solange Soares, INFANTE-MALACHIAS. Maria Elena, AMABIS. José Mariano. O Ensino de Biologia Molecular em Faculdades e Escolas Médias de São Paulo. Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular. Nº1 / 2007. Disponível em: <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=CAMARGO+2007+ENSINO+DE+BIOLOGIA&source=web&cd=3&ved=0CEgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fsbbq.hospedagemdesites.ws%2Frevista%2Fojs%2Findex.php%2FREB%2Farticle%2Fdownload%2F28%2F26&ei=ajX0UemlKYbe9ATLooCYCw&usq=AFQjCNGzrmYfWpLmo6-ZsAigKXUtk\\_xKWA](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=CAMARGO+2007+ENSINO+DE+BIOLOGIA&source=web&cd=3&ved=0CEgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fsbbq.hospedagemdesites.ws%2Frevista%2Fojs%2Findex.php%2FREB%2Farticle%2Fdownload%2F28%2F26&ei=ajX0UemlKYbe9ATLooCYCw&usq=AFQjCNGzrmYfWpLmo6-ZsAigKXUtk_xKWA)>. Acesso em 29 maio 2013.

CAMPBEL. Mary K. **Bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

COSTA, Fernanda de Jesus, SANTOS, Nayara da Silva. CHAVES, Andréa C. L. Estudos preliminares sobre a utilização de recursos multimodais no Ensino de Biologia Molecular no Ensino Médio. In VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2011, Campinas – SP. **Anais VIII ENPEC**, Campinas: UEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0125-1.pdf>>. Acesso em: 05 de jun. 2013.

COLLINS, Francis S. **A linguagem da Vida**. São Paulo: Editora Gente, 2010.

FERRAI, Natália. TARUMOTO, Mário Hissamitsu. Aplicação de Técnica de Análise Estatística Quantitativa e Qualitativa a dados de pesquisa de Mercado. Anais do XXI Congresso de Iniciação Científica da UNESP. 2009. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_35290681876.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_35290681876.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2013.

GALLO, Patrícia. PINTO, Maria das Graças. Professor, esse é o Objeto Virtual de Aprendizagem. **Revista Tecnologias na Educação** – ano 2 – número 1 – Julho 2010. Disponível em: <<http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/wp->

content/uploads/2010/08/Professor-esse-%C3%A9-o-objeto-virtual-de-aprendizagem1.pdf>. Acesso em: 08 out. 2011.

GIORDAN, Marcelo. **Computadores e Linguagens nas aulas de Ciências: Uma perspectiva sociocultural para compreender a construção dos significados**. Ijuí: Unijuí, 2008.

GOMES, F. K. de S. CAVALLI, W. L. e BONKIFÁCIO, C. F. Os problemas e as soluções no ensino de Ciências e Biologia. Cascavel, 1º Simpósio Nacional de Educação. XX Semana da Pedagogia. UNIOESTE. PR. Nov. 2008. Disponível em: <<http://www.unioeste.br/cursos/cascavel/pedagogia/eventos/2008/1/Artigo%2055.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2011.

GRIFFITHS, Anthony. WESSLER, Susan R. LEWONTIN, Richard C. CARROLL, Sean B. **Introdução à Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2005.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

MAYR, Ernest. **Biologia ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MARANDINO, Martha, SELLES, Sandra Escovedo, FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: Histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINEZ, E. R. M; FUJIHARA, R. T; MARTINS, C. Show da Genética: Um jogo interativo para o ensino de Genética. **Genética na escola**. V. 3. 01. p. 1-3. 2008. Disponível em: <<http://www.geneticaaescola.com.br/ano3vol2/05.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2011.

MAROCO, João, GARCIA-MARQUES, Teresa. **Qual a fiabilidade do Alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas?** Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Portugal, I.S.P.A. 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ispa.pt/bitstream/10400.12/133/1/LP%204%281%29%20-%2065-90.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

MELO, José Romário. CARMO, Edinaldo Medeiros. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no ensino médio brasileiro: Reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência e Cognição**, V. 15, n.3, p. 593-611, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-7313200900030009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-7313200900030009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 08 out. 2011.

MERCADO, Luís P. L. SILVA, I. P. NEVES, Y. P. da C. Objetos Virtuais de Aprendizagem na Formação de Professores do Ensino Médio. **Revista Iberoamericana de Informática Educativa**. N. 9. p.35-49. Jun. 2009. Disponível em: <<http://161.67.140.29/iecom/index.php/IECom/article/viewFile/169/160>>. Acesso em: 08 out 2011.

MIQUELIN, Awdry F. BEZERRA JR. Arandi G., SAVEDRA FILHO. Nestor C. Reflexões sobre o papel das tecnologias de informação de comunicação na formação e na prática profissional de professores de física. In: **XII Encontro De Pesquisa em Ensino de Física**. Águas de Lindóia, São Paulo. 2010.

MIRANDA, Matheus Silva. SANTOS, Adriana Delfino dos. Uso de ferramentas para a construção de questionários em plataforma *web*: uma experiência no projeto iAgência. **Resumos da VII Amostra de Estagiários e Bolsistas**. EMBRAPA. 2012. p. 25 - 27  
Disponível em:  
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/921071/1/iagencia.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2013.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos**: Novos desafios e como chegar lá. Campinas, São Paulo: Papirus, 2012.

MORAN, José Manuel. MASETTO, Marcos T. BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2000.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, Marco Antônio, MASINI, Elcie F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

NARDI, R. A educação em ciências, a pesquisa em ensino de ciências e a formação de professores no Brasil. In: ROSA, M. I. P. **Formar: encontros e trajetórias com professores de ciências**. São Paulo: Escrituras, 2005. P. 89-141.

PEDRANCINI. V. D. CORAZZA-NUNES. M. J. GALUCH. M. T. B. MOREIRA. A. L. O. R. e RIBEIRO. A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, V. 6 N. 2. p. 299-309. 2007. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART6\\_Vol10\\_N1..pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART6_Vol10_N1..pdf)>. Acesso em: 08 out 2011.

PINTO, Angela Emília Almeida. **Instalação do Moodle 2.9.3+**: Localmente em Windows. 2011. 29f. Apostila utilizada na Disciplina de Concepção e utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de Ciências. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

POCINHO, Margarida. FIGUEIREDO, João Paulo. SPSS: uma Ferramenta para Análise de Dados. **Manual**. 2000. Disponível em:  
<[http://docentes.ismt.pt/~m\\_pocinho/manual\\_SPSS.pdf](http://docentes.ismt.pt/~m_pocinho/manual_SPSS.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2012.

POSTMAN, Neil. **Tecnopólio**: a rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Nobel, 1994.

RODRIGUES, C. V, MELLO, M. L. **A prática no ensino de Genética e Biologia Molecular: desenvolvimento de recursos didáticos para o ensino médio**. PUCMG. 2005. Disponível em:

<[http://www.pucminas.br/seminarioprograd/iv\\_seminario/pdfs/puc\\_prat\\_ens\\_gen.pdf](http://www.pucminas.br/seminarioprograd/iv_seminario/pdfs/puc_prat_ens_gen.pdf)> Acesso em: 24 julho. 2012.

SALSA, Ivonete da Silva. MOREIRA, Jeanete Alves. PEREIRA, Marcelo Gomes. **Matemática e Realidade**: Medidas de Tendência Central. Natal – RN: EDUFRRN Editora da UFRN, 2005. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/22932771/2143145043/name/4426477-Matematica-e-Realidade-Aula-08-551.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira. GRECA, Ileana María. **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2011.

SANTOS, Silvana. **Para geneticistas e educadores**: o conhecimento cotidiano sobre herança biológica. São Paulo: Annablume: Fapesp: Sociedade Brasileira de Genética, 2005.

SANCHO, Juana Maria. HERNÁNDEZ, Fernando. **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SCOARIS, Raquel, C. de O. BENEVIDES-PEREIRA, Ana Maria T. FILHO, Ourides Santin. Elaboração e Validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente o uso de História da Ciência no Ensino de Ciências. **Revista eletrônica de Ensino de las Ciencias**. V. 8, N. 3. 2009. p. 901-922. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8\\_Vol8\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N3.pdf)>. Acesso em: 10 de maio 2013.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Edusp, 1995.

SPINELLI, Walter. Os objetos virtuais de aprendizagem: ação, criação e conhecimento. 2005. Disponível em: <<http://www.lapef.fe.usp.br/rived/textoscomplementares/texto1modulo5.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2011.

STRAUB. D. W., BOURDREAU. M.-C. GEFEN. D. Validation Guidelines for IS Positivist Research. 2004. Disponível em <<http://www.ic.unicamp.br/~wainer/cursos/2s2006/epistemico/Straub%20et%20al.%202004%20working%20paper%20version.pdf>> Acesso em 28 de out. 2012.

TIMOSSI, Lucina da Silva. PEDROSO, Bruno. PILATTI, Luiz Alberto. FRANCISCO, Antônio Carlos de. Adaptação do modelo de Walton para a avaliação da qualidade de vida no trabalho. **Revista da Educação Física**. UEM. V. 20, N 3, p. 395-405. Maringá, 2009.

UNESCO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Cultura científica**: um direito de todos. Brasília. 2003.

XAVIER, Márcia C., FREIRE, Alexandre de Sá. MORAES, Milton O. **A introdução dos conceitos de Biologia Molecular e Biotecnologia no Ensino de Genética no nível Médio. Há espaço para a nova Biologia?** Atas do V ENPEC – nº 5. 2005

YAMAZAKI, Regiani Magalhães de Oliveira. **Construção do Conceito de Gene por meio de Jogos Pedagógicos**. 2010. 171f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

## WEB REFERÊNCIAS

Clone <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=25970>>

DNA Recombinante

<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29247>>

DNA Replicação<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=32618>>

DNA Transcrição<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=32622>>

IBGE<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>

Limesurvey <<http://dafis.ct.utfpr.edu.br/limesurvey/admin/admin.php>>

Moodle <<http://dafis.ct.utfpr.edu.br/moodle>>

Objetos Educacionais <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>>

Portal do Professor<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br>>

Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do

DNA<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29249>>

RIVED<<http://www.rived.mec.gov.br>>

Síntese Protéica<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29537>>

## APÊNDICES

**APÊNDICE A** – Questionário constituído por 45 questões fechadas (escala tipo Likert), utilizado como pré-teste e pós-teste para as turmas A e B. Questionário 1.

Todas as questões abaixo relacionadas possuem as seguintes alternativas para resposta:

1. Discordo plenamente.
  2. Discordo
  3. Sem opinião
  4. Concordo
  5. Concordo plenamente
- 
1. O termo “biotecnologia” corresponde a “qualquer aplicação tecnológica que utiliza sistemas biológicos, seres vivos ou seus derivados para fazer ou modificar produtos ou processos”.
  2. Os organismos que recebem e incorporam, via engenharia genética, em seu genoma genes de outra espécie são chamados de organismos transgênicos.
  3. O melhoramento genético é uma ciência que visa selecionar e aprimorar as características das espécies, tendo em vista a sua utilização pelos seres humanos.
  4. Um dos problemas da monocultura, associado ao melhoramento genético é o surgimento de linhagens com pouca variabilidade genética.
  5. Clonagem molecular é um procedimento no qual há produção de cópias idênticas do DNA recombinante através da reprodução da bactéria que o contém.
  6. É através de técnicas de DNA recombinante e de clonagem molecular que podem ser produzidos hormônios como a insulina e de crescimento.
  7. Alguns produtos alimentícios que compramos no mercado são produzidos utilizando a Biotecnologia.
  8. É possível inserir genes de plantas e de animais num único indivíduo.
  9. Com a introdução de genes de vaga-lume foi possível desenvolver pés de fumo bioluminescentes.
  10. A quantidade de genes não é o que determina o grau de complexidade dos organismos, mas sim como esses genes funcionam, suas relações entre si e com o ambiente.
  11. Atualmente é possível sequenciar o genoma de uma pessoa em poucos dias por alguns milhares de dólares.
  12. Uma molécula de DNA associada a um novo fragmento de DNA inserido, por Engenharia Genética, é denominado DNA recombinante.
  13. A terapia gênica consiste em substituir um gene anormal, que provoca uma doença, por um gene normal.
  14. Pela clonagem é possível a produção de indivíduos com a mesma constituição genética

15. A clonagem é um evento natural em todos os seres originados a partir de reprodução assexuada e em gêmeos univitelinos.
16. Os genes se expressam por meio da transcrição e tradução gênica.
17. Transcrição gênica é o processo de síntese de uma molécula de RNA que tem por modelo um fragmento da molécula de DNA.
18. O RNA ribossômico origina os ribossomos, por meio dos quais ocorre a síntese dos polipeptídios.
19. O RNA transportador captura aminoácidos livres na célula e os transporta até os ribossomos.
20. O RNA mensageiro é a cópia de um fragmento de DNA, que contém a ordem na qual os aminoácidos devem ser unidos para produzir um determinado polipeptídio.
21. As informações para a síntese de polipeptídios estão inscritas na molécula de DNA em uma linguagem codificada, denominada código genético.
22. A partir das sequências de DNA e de determinados genes, pode-se deduzir a sequência de aminoácidos das proteínas por elas codificadas.
23. As células-tronco têm a capacidade de se transformar em outros tecidos do corpo, num processo conhecido por diferenciação celular.
24. Um dos principais objetivos das pesquisas com células-tronco é usá-las para recuperar tecidos danificados por doenças e traumas.
25. O Brasil permite a utilização de células-tronco produzidas a partir de embriões humanos para fins de pesquisa e terapia, desde que sejam embriões inviáveis ou estejam congelados há mais de três anos.
26. Exon é o termo usado para designar as regiões de um gene que são transcritas e em determinadas situações traduzidas em aminoácidos.
27. As regiões intergênicas que não são traduzidas em RNA são chamadas de íntrons.
28. O cariótipo humano é constituído por 46 cromossomos.
29. O ácido desoxirribonucleico é conhecido pela sigla DNA.
30. Segundo o modelo de Watson e Crick, o DNA é formado por uma dupla hélice constituída por duas cadeias de nucleotídeos.
31. Um ser híbrido pode ser resultante do cruzamento entre linhagens diferentes de uma mesma espécie ou de espécies diferentes.
32. Alelos que causam doenças, ou que diminuem a taxa de sobrevivência ou de reprodução de um organismo, são chamados de alelos deletérios.
33. Gregor Mendel é considerado o “pai da genética”, devido a seus estudos sobre hereditariedade no século XIX.
34. Genética é o ramo da biologia que estuda a hereditariedade, o material genético e a variação dos organismos.
35. Mendel realizou seus experimentos de genética utilizando ervilhas.

36. A primeira Lei de Mendel diz que: cada caráter é determinado por um par de fatores genéticos denominados alelos. Estes na formação dos gametas são separados e dessa forma pai e mãe transmitem apenas um alelo para seu descendente.
37. A formação de gametas se dá por meio de um processo denominado meiose.
38. Indivíduos homocigotos possuem alelos iguais para a mesma característica em estudo.
39. Indivíduos heterocigóticos possuem alelos diferentes para a mesma característica em estudo.
40. Genótipo é a constituição genética do indivíduo e se relaciona aos alelos que ele possui.
41. Fenótipo designa as características morfofisiológicas ou comportamentais manifestadas por um indivíduo.
42. Heredograma é a representação gráfica da herança de determinada característica em uma família.
43. Os genes se localizam nos cromossomos.
44. As características manifestadas por um indivíduo dependem de seu genótipo e também do meio ambiente em que este indivíduo está inserido.
45. Os quatro grupos sanguíneos do sistema ABO são determinados geneticamente.

**APÊNDICE B – Questionário para avaliação do perfil dos estudantes amostrados.**

1. Sexo  
 Feminino                       Masculino
  
2. Idade
  
3. O Ensino Fundamental foi cursado:  
 Todo em escola pública  
 Todo em escola particular  
 Parte em escola pública, parte em escola particular
  
4. O 1º e 2º anos do Ensino Médio foram cursados:  
 Todo em escola pública  
 Todo em escola particular  
 Parte em escola pública, parte em escola particular.
  
5. Escolaridade da Mãe:  
 Até o 5º ano do EF  
 Até o 9º ano do EF  
 Até o 3º ano EM  
 Curso Profissional após o EM  
 Ensino Superior completo  
 Pós-Graduação.
  
6. Escolaridade do Pai:  
 Até o 5º ano do EF  
 Até o 9º ano do EF  
 Até o 3º ano EM  
 Curso Profissional após o EM  
 Ensino Superior completo  
 Pós-Graduação.
  
7. Você participa de alguma religião? Qual?

**APÊNDICE C** – Questionário de avaliação, pelos estudantes, dos OVAs utilizados no ensino de Genética.

1. Os objetos virtuais de aprendizagem utilizados são divertidos?  
( ) SIM ( ) NÃO
2. Você julga os Objetos Virtuais de aprendizagem utilizados educativos?  
( ) SIM ( ) NÃO
3. Os objetos virtuais de aprendizagem ajudaram você a compreender os conceitos de genética?  
( ) SIM ( ) NÃO
4. Os objetos virtuais de aprendizagem ajudaram você a compreender os conceitos de biologia molecular?  
( ) SIM ( ) NÃO
5. Os objetos virtuais de aprendizagem ajudaram você a compreender os conceitos de biotecnologia?  
( ) SIM ( ) NÃO
6. As regras dos objetos virtuais selecionados são claras?  
( ) SIM ( ) NÃO
7. A linguagem utilizada nos objetos virtuais selecionados é adequada?  
( ) SIM ( ) NÃO
8. Gostaria de fazer mais atividades iguais a esta?  
( ) SIM ( ) NÃO
9. Explique as dificuldades encontradas para realizar estas atividades?
10. Explique as facilidades encontradas para realizar estas atividades?
11. Qual Objeto Virtual de aprendizagem foi mais interessante? Por quê?
12. Qual objeto virtual de aprendizagem foi menos interessante? Por quê?
13. Dê sugestões de como estas atividades podem ser melhoradas.

**APÊNDICE D** - Planejamento para a utilização dos OVAs selecionados.

## **SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

### **AULA 1**

**Contexto:** estudantes do terceiro ano do ensino médio, tendo em média 16 anos.

**Tema:** Biologia Molecular

**Duração:** 2 aula de 50 minutos

**Objeto Educacional:**

- » DNA Replicação
- » DNA Transcrição
- » Síntese Protéica

**Objetivos de aprendizagem:**

- » Compreender como ocorre o processo de replicação da molécula de DNA;
- » Demonstrar como ocorre o processo de transcrição de uma molécula de RNA a partir de uma molécula de DNA;
- » Promover a compreensão dos conceitos envolvidos durante a síntese proteica.

**Modalidade:** Presencial

**Atividades a serem desenvolvidas:**

Interagir com os OVAs propostos na sala de informática disponível na escola, permitindo que o estudante, através desta interação, construa seu conhecimento. Sendo que os OVAs encontram-se nos seguintes endereços eletrônicos:

DNA Replicação <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=32618>>

DNA Transcrição <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=32622>>

Síntese Protéica <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29537>>

### **AULA 2**

**Contexto:** estudantes do terceiro ano do ensino médio, tendo em média 16 anos.

**Tema:** Biotecnologia.

**Duração:** 2 aulas de 50 minutos

**Objeto Educacional:**

- » DNA Recombinante
- » Clone

**Objetivos de Aprendizagem:**

- » Verificar como é produzida uma molécula de DNA recombinada.
- » Compreender as aplicações do DNA recombinante.
- » Conhecer como se dá o processo de clonagem.

**Modalidade:** Presencial

**Atividades a serem desenvolvidas:**

Interagir com os OVAs selecionados a fim de construir o conhecimento pelo estudante. Os OVAs encontram-se nos sites:

DNA Recombinante

<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29247>>

Clone <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=25970>>

### AULA 3

**Contexto:** estudantes do terceiro ano do ensino médio, tendo em média 16 anos.

**Tema:** Genética: As primeiras concepções de hereditariedade e conceitos básicos em genética.

**Duração:** 2aulas de 50 minutos

**Objeto Educacional:**

- » Vídeo “Mendel e as ervilhas”.
- » OVA - Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA

**Objetivos de aprendizagem:**

- » Conhecer a história dos estudos em genética através de ferramentas computacionais.
- » Compreender os conceitos fundamentais em genética.

**Modalidade:** Presencial

**Atividades a serem desenvolvidas**

- » Conhecer a história de Mendel através do vídeo “Mendel e as ervilhas”  
<http://www.youtube.com/watch?v=tfjDJE4kWhM>  
<http://www.youtube.com/watch?v=VVlr37xPkk0>  
<http://www.youtube.com/watch?v=hEdc96wxyZ8>
- » Especificar os conceitos fundamentais em genética, usando o OVA - Qual é a palavra? Tecnologia de manipulação do DNA, disponível no portal do professor. Na qual se encontram os conceitos de Genética, DNA, genoma, gene dominante, gene recessivo, gene, código genético, alelo letal, biotecnologia e transgênico. Que se encontra no endereço eletrônico  
<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=29249>

**APÊNDICE E** - Questionário constituído por 45 questões fechadas (escala tipo Likert), utilizado como pré-teste e pós-teste para a turma C D, E, F. Questionário 2.

Todas as afirmações verdadeira abaixo relacionadas possuem as seguintes alternativas para resposta:

1. Discordo plenamente.
2. Discordo
3. Sem opinião
4. Concordo
5. Concordo plenamente

Todas as afirmações falsas abaixo relacionadas possuem as seguintes alternativas para resposta: As questões falsas são as de nº 8, 11, 14, 22, 28, 30, 35, 43, 45, estão incorretas, portanto possuem valores inversos.

1. Concordo plenamente
2. Concordo
3. Sem opinião
4. Discordo
5. Discordo plenamente.

1. O termo “biotecnologia” corresponde a “qualquer aplicação tecnológica que utiliza sistemas biológicos, seres vivos ou seus derivados para fazer ou modificar produtos ou processos”.
2. Os organismos que recebem e incorporam, via engenharia genética, em seu genoma genes de outra espécie são chamados de organismos transgênicos.
3. O melhoramento genético é uma ciência que visa selecionar e aprimorar as características das espécies, tendo em vista a sua utilização pelos seres humanos.
4. Um dos problemas da monocultura, associado ao melhoramento genético é o surgimento de linhagens com pouca variabilidade genética.
5. Clonagem molecular é um procedimento no qual há produção de cópias idênticas do DNA recombinante através da reprodução da bactéria que o contém.
6. É através de técnicas de DNA recombinante e de clonagem molecular que podem ser produzidos hormônios como a insulina e de crescimento.
7. Alguns produtos alimentícios que compramos no mercado são produzidos utilizando a Biotecnologia
8. Não é possível inserir genes de plantas e de animais num único indivíduo.
9. Com a introdução de genes de vaga-lume foi possível desenvolver pés de fumo bioluminescentes.
10. A quantidade de genes não é o que determina o grau de complexidade dos organismos, mas sim como esses genes funcionam, suas relações entre si e com o ambiente.
11. Ainda não é possível sequenciar o genoma de uma pessoa em poucos dias por alguns milhares de dólares.
12. Uma molécula de DNA associada a um novo fragmento de DNA inserido, por Engenharia Genética, é denominado DNA recombinante.

13. A terapia gênica consiste em substituir um gene anormal, que provoca uma doença, por um gene normal.
14. Pela clonagem é possível a produção de indivíduos com a constituição genética diferente.
15. A clonagem é um evento natural em todos os seres originados a partir de reprodução assexuada e em gêmeos univitelinos.
16. Os genes se expressam por meio da transcrição e tradução gênica.
17. Transcrição gênica é o processo de síntese de uma molécula de RNA que tem por modelo um fragmento da molécula de DNA.
18. O RNA ribossômico constitui os ribossomos, sobre os quais ocorre a síntese dos polipeptídios.
19. O RNA transportador captura aminoácidos livres na célula e os transporta até os ribossomos.
20. O RNA mensageiro é uma cópia de um fragmento de DNA, que contém a ordem na qual os aminoácidos devem ser unidos para produzir um determinado polipeptídio.
21. As informações para a síntese de polipeptídios estão inscritas na molécula de DNA em uma linguagem codificada, denominada código genético.
22. Não se pode deduzir a sequência de aminoácidos das proteínas codificadas a partir das sequências de DNA e de determinados genes.
23. As células-tronco têm a capacidade de se transformar em outros tecidos do corpo, num processo conhecido por diferenciação celular.
24. Um dos principais objetivos das pesquisas com células-tronco é usá-las para recuperar tecidos danificados por doenças e traumas.
25. O Brasil permite a utilização de células-tronco produzidas a partir de embriões humanos para fins de pesquisa e terapia, desde que sejam embriões inviáveis ou estejam congelados há mais de três anos.
26. Exon é o termo usado para designar as regiões de um gene que são transcritas e em determinadas situações traduzidas em aminoácidos.
27. As regiões intergênicas que não são traduzidas em RNA são chamadas de íntrons.
28. O cariótipo, de um humano considerado normal é constituído por 48 cromossomos.
29. O ácido desoxirribonucleico é conhecido pela sigla DNA.
30. Segundo o modelo de Watson e Crick, o DNA é formado por uma única hélice constituída por uma cadeia de nucleotídeo.
31. Um ser híbrido pode ser resultante do cruzamento entre linhagens diferentes de uma mesma espécie ou de espécies diferentes.
32. Alelos que causam doenças, ou que diminuem a taxa de sobrevivência ou de reprodução de um organismo, são chamados de alelos deletérios.
33. Gregor Mendel é considerado o “pai da genética”, devido a seus estudos sobre hereditariedade no século XIX.
34. Genética é o ramo da biologia que estuda a hereditariedade, o material genético e a variação dos organismos.

35. Mendel realizou seus experimentos de genética utilizando milho.
36. A primeira Lei de Mendel diz que: cada caráter é determinado por um par de fatores genéticos denominados alelos. Estes na formação dos gametas são separados e dessa forma pai e mãe transmitem apenas um alelo para seu descendente.
37. A formação de gametas se dá por meio de um processo denominado meiose.
38. Indivíduos homocigotos possuem alelos iguais para a mesma característica em estudo.
39. Indivíduos heterocigóticos possuem alelos diferentes para a mesma característica em estudo.
40. Genótipo é a constituição genética do indivíduo e se relaciona aos alelos que ele possui.
41. Fenótipo designa as características morfofisiológicas ou comportamentais manifestadas por um indivíduo.
42. Heredograma é a representação gráfica da herança de determinada característica em uma família.
43. Os genes se localizam no citoplasma das células eucarióticas.
44. As características manifestadas por um indivíduo dependem de seu genótipo e também do meio ambiente em que este indivíduo está inserido.
45. Os quatro grupos sanguíneos, do sistema ABO não são determinados geneticamente.