

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

**NIVES FERNANDA DE CASTRO JAROCHYNSKI**

**A EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS DE BIOLOGIA COMO  
PROMOTORA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

**DISSERTAÇÃO**

**CURITIBA  
2016**

NIVES FERNANDA DE CASTRO JAROCHYNSKI

**A EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS DE BIOLOGIA COMO  
PROMOTORA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre – Linha de Pesquisa: Aulas Práticas em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Fortes Gonzalez

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fabiana R. Gonçalves e Silva Hussein

CURITIBA

2016

## TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



---

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

J37e  
2016 Jarochnyński, Nives Fernanda de Castro  
A experimentação nas aulas de biologia como promotora da alfabetização científica / Nives Fernanda de Castro Jarochnyński.-- 2016.  
145 f.: il.; 30 cm

Texto em português, com resumo em inglês. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Curitiba, 2016.  
Bibliografia: f. 103-108.

1. Biologia - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Biologia - Experimentos. 3. Biologia - Problemas, exercícios, etc.. 4. Prática de ensino. 5. Ciência - Estudo e ensino - Filosofia. 6. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. I. Gonzalez, Carlos Eduardo Fortes, orient. II. Hussein, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. IV. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Diretoria do Campus Curitiba  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**Programa de Pós-Graduação em  
Formação Científica, Educacional e Tecnológica**



---

**TERMO DE APROVAÇÃO  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº  
4/2016**

**A EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS DE BIOLOGIA  
COMO PROMOTORA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA  
por**

**Nives Fernanda De Castro Jarochynski**

Esta dissertação foi apresentada às 13h00 do dia 30 de março de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ensino de Ciências**, com área de concentração em *Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional* e linha de pesquisa *Formação de Professores de Ciências* 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.

Prof. Dr. Carlos Eduardo Fortes Gonzalez  
(UTFPR – orientador)

Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior  
(UTFPR)

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pilleggi de Souza  
(UFPR)

## **AGRADECIMENTOS**

No decorrer deste trabalho recebi inúmeras contribuições, as quais não posso deixar de mencionar e agradecer.

Primeiramente a Deus, por ter me orientado, concedendo a paz nos momentos de inquietações.

Aos meus pais, Maria Tereza de Castro Jarochynski e José Maria Camargo Jarochynski, que em todos os momentos se fizeram presentes, sendo apoio constante de força e amor.

Pelos momentos de afeto, entusiasmo, declaro minha gratidão ao meu amor Juraci Carlos Luiz e as minhas irmãs Carolina Fernanda Jarochynski Oliveira e Raquel Maria Jarochynski Corrêa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo Fortes Gonzalez e à minha coorientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fabiana R. Gonçalves e Silva Hussein, que me auxiliaram com seus conhecimentos, aprimorando meu trabalho.

A minha banca de qualificação, Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior e Prof. Dr. Carlos Eduardo Pileggi de Souza, porque, além do enriquecimento intelectual, me honraram com palavras amigas e de alento.

Também menciono meus agradecimentos a todos os professores e à equipe do FCET, que oportunizaram um trabalho que visa à qualidade e ao aprimoramento aos profissionais da educação.

## RESUMO

JAROCHYNSKI, Nives Fernanda de Castro. **A experimentação nas aulas de biologia como promotora da alfabetização científica**. 2016. 145f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

O ensino de Biologia, assim como qualquer outra área de conhecimento, exige aprimoramento e criatividade constantes a fim de melhorar o aprendizado e despertar o envolvimento dos alunos. Com o declínio do interesse dos alunos pela Ciência, deve-se pensar em possibilidades que os aproximem novamente dos processos o de fazer ciências, instigando-os ao pensamento científico. Para tanto, é preciso levá-los a observar, experimentar, levantar hipóteses e interpretar resultados, correlacionando-os ao cotidiano, contextualizando o ensino e o tornando útil à vida. Tais anseios estão presentes nesta pesquisa, que objetiva a implementação de aulas experimentais, contextualizadas, que possibilitem não somente a compreensão do mundo, mas também uma formação educacional autônoma, social, tornando-os assim alunos alfabetizados cientificamente. A presente pesquisa foi realizada em um colégio estadual do Estado do Paraná, na cidade Curitiba, e envolveu alunos do Ensino Médio das 1.º, 2.º e 3.º ano. A avaliação da pesquisa pautou-se nas respostas de questões-problemas, possibilitando ao educando relacionar a prática a situações vivenciadas no dia a dia, como alimentação, doenças etc. Utilizou-se o processo quali-quantitativo na observação das respostas antes e após cada aula, verificando a porcentagem e a qualidade das respostas. O resultado mostra a diferença nas respostas, pelo aumento do número de acertos e pelo aprimoramento delas, relacionando o conteúdo científico à resolução de questões inerentes ao cotidiano. Ao concluir o trabalho, observa-se que os objetivos foram atingidos, formular uma sequência didática composta por aulas experimentais e alfabetizar cientificamente por meio dessas aulas, com vistas a aprimorar o ensino de Biologia.

**Palavras-chave:** Aula experimental. Ensino de Biologia. Alfabetização científica.

## ABSTRACT

JAROCHYNSKI, Nives Fernanda de Castro. **Experimental biology classes addressed to provide scientific literacy**. 2016. 145f. Dissertation (Master's Degree) – Post-Graduation Program in Scientific, Educational and Technologic Formation - Paraná Technological Federal University. Curitiba, 2016.

Biology teaching, as well as any other area of knowledge, requires improvement and constant creativity in order to improve learning and arouse the student interest. Due to the increasing lack of interest in science on the student part, we should provide new possibilities towards making them enjoy taking part in scientific processes, such as developing scientific thoughts, observing, trying, suggesting hypothesis and interpreting results correlating them to everyday facts thus contextualizing teaching and making it useful to life. The present research aims at implementing contextualized experimental classes that not only enable students to understand the world, but also provide a socially autonomous education addressed to shape students with scientific literacy. The research was implemented at a State school in Curitiba, State of Paraná in Brazil and covered middle school first, second and third grade students and its assessment was based on the problem-question answers that allowed the researchers to relate practice to day-by-day situations, such as feeding, diseases etc. We used the qualitative-quantitative process to check answer percentage and quality before and after each class. The result showed answer differences concerning increased number of successes and improvement, as well as the relation between scientific contents and solution of day-by-day problems. As a conclusion, we inferred that the research objectives were met through the formulation of a didactic sequence comprising experimental classes that produced scientifically literate students thus improving biology teaching.

**Keywords:** Experimental classes. Biology Teaching. Scientific literacy.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – IDENTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES (ANTES DA AULA) .....	64
FIGURA 2 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – IDENTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES (APÓS A AULA).....	65
FIGURA 3 -	ANÁLISE DA 2. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – IDENTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES (ANTES DA AULA) .....	67
FIGURA 4 -	ANÁLISE DA 2. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – IDENTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES (APÓS A AULA).....	68
FIGURA 5 -	ANÁLISE DA 3. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – IDENTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES (ANTES DA AULA) .....	70
FIGURA 6 -	ANÁLISE DA 3. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – IDENTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES (APÓS A AULA).....	70
FIGURA 7 -	ANÁLISE DA 4. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – IDENTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES (ANTES DA AULA) .....	72
FIGURA 8 -	ANÁLISE DA 4. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – IDENTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES (APÓS A AULA).....	73
FIGURA 9 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – pH DAS SUBSTÂNCIAS (ANTES DA AULA) .....	75
FIGURA 10 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – pH DAS SUBSTÂNCIAS (APÓS A AULA).....	76
FIGURA 11 -	ANÁLISE DA 2. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – pH DAS SUBSTÂNCIAS (ANTES DA AULA) .....	77
FIGURA 12 -	ANÁLISE DA 2. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – pH DAS SUBSTÂNCIAS (APÓS A AULA).....	78
FIGURA 13 -	ANÁLISE DA 3. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – pH DAS SUBSTÂNCIAS (ANTES DA AULA) .....	79
FIGURA 14 -	ANÁLISE DA 3. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – pH DAS SUBSTÂNCIAS (APÓS A AULA).....	80
FIGURA 15 -	ANÁLISE DA 4. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – pH DAS SUBSTÂNCIAS (ANTES DA AULA) .....	81



FIGURA 16 -	ANÁLISE DA 4. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – pH DAS SUBSTÂNCIAS (APÓS A AULA).....	82
FIGURA 17 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – ATUAÇÃO DOS MICRO-ORGANISMOS NO COTIDIANO – FERMENTAÇÃO (FUNGOS) (ANTES DA AULA) .....	83
FIGURA 18 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – ATUAÇÃO DOS MICRO-ORGANISMOS NO COTIDIANO – FERMENTAÇÃO (FUNGOS) (APÓS A AULA).....	84
FIGURA 19 -	ANÁLISE DA 2. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – ATUAÇÃO DOS MICRO-ORGANISMOS NO COTIDIANO – FERMENTAÇÃO (FUNGOS) (ANTES DA AULA) .....	85
FIGURA 20 -	ANÁLISE DA 2. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – ATUAÇÃO DOS MICRO-ORGANISMOS NO COTIDIANO – FERMENTAÇÃO (FUNGOS) (APÓS A AULA).....	85
FIGURA 21 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA, LÁTICA E ACÉTICA (ANTES DA AULA) .....	87
FIGURA 22 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA, LÁTICA E ACÉTICA (APÓS A AULA).....	88
FIGURA 23 -	ANÁLISE DA 2. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA, LÁTICA E ACÉTICA (ANTES DA AULA) .....	90
FIGURA 24 -	ANÁLISE DA 2. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA, LÁTICA E ACÉTICA.(APÓS A AULA).....	90
FIGURA 25 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – CULTIVO DE MICRO-ORGANISMOS E OBSERVAÇÃO DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS (ANTES DA AULA).....	92
FIGURA 26 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – CULTIVO DE MICRO-ORGANISMOS E OBSERVAÇÃO DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS (APÓS A AULA).....	92
FIGURA 27 -	ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – SÍNDROMES CROMOSSÔMICAS (ANTES DA AULA) .....	94

FIGURA 28 - ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – SÍNDROMES CROMOSSÔMICAS (APÓS A AULA).....	95
FIGURA 29 - ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – CORPÚSCULO DE BARR / CROMATINA SEXUAL (ANTES DA AULA) .....	97
FIGURA 30 - ANÁLISE DA 1. <sup>a</sup> QUESTÃO-PROBLEMA. AULA – CORPÚSCULO DE BARR / CROMATINA SEXUAL (APÓS A AULA).....	98

## **LISTA DE SIGLAS**

FCET - Formação Científica, Educacional e Tecnológica

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL .....	13
1.2 PROPOSTA DE TRABALHO.....	16
1.3 DEFINIÇÃO DE TERMOS .....	17
1.4 QUESTÕES DE PESQUISA.....	18
1.5 OBJETIVOS.....	18
1.5.1 Objetivos gerais .....	18
1.5.2 Objetivos específicos .....	19
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
2.1 O CONTEXTO .....	20
2.2 O ENSINO DE BIOLOGIA E A NECESSIDADE DE MUDANÇAS: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENFOQUE CONSTRUTIVISTA .....	21
2.3 O CURRÍCULO DE BIOLOGIA E O CONHECIMENTO CIENTÍFICO .....	26
2.3.1 Conteúdos conceituais.....	27
2.3.2 Conteúdos procedimentais .....	27
2.3.3 Conteúdos atitudinais .....	28
2.4 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A EXPERIMENTAÇÃO.....	28
2.5 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO .....	32
2.6 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO .....	34
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	40
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	42
4.1 PESQUISA QUANTITATIVA NO ENSINO .....	42
4.2 PESQUISA QUALITATIVA NO ENSINO .....	43
4.3 COMPATIBILIDADE ENTRE PESQUISA QUANTITATIVA E QUALITATIVA.....	44
4.4 AVALIAÇÃO DA PESQUISA NO ENFOQUE QUALITATIVO E QUANTITATIVO .....	45
4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA AULA.....	46
4.5.1 Materiais e métodos.....	46
4.5.2 Descrição do laboratório .....	46

4.5.3	Procedimentos metodológicos adotados no decorrer da aula experimental.....	47
4.5.4	Procedimentos metodológicos adotados no decorrer das aulas experimentais e discussões de interpretações .....	49
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>64</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>100</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE - MODELOS DAS AULAS EXPERIMENTAIS .....</b>	<b>109</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

O processo educativo tem estado presente desde muito cedo em minha vida. Já no segundo grau, ensinar aos colegas, que não compreendiam o conteúdo de Biologia, me parecia fascinante, pois assim podia colaborar no aprendizado deles, ainda mais quando diziam entender melhor que quando ensinado pela professora da escola, que para mim já era perfeita no quesito de ilustração, aproximação do conhecimento ao dia a dia.

Ainda não sabia como dizer, mas hoje sei que ela contextualizava o conteúdo. De qualquer maneira, todo fascínio pela professora de Biologia despertou o meu interesse pela matéria e me fez decidir por seguir seus caminhos.

Na Universidade (UEPG), sempre pensava em oferecer uma aula fascinante, contextualizada, enriquecida de exemplos cotidianos, querendo proporcionar aos alunos o que a minha professora de Biologia tinha me oportunizado quando aluna.

No final da Universidade, no ano de 1998, já trabalhava em um Colégio no centro da cidade Ponta Grossa/PR, cujo sistema consistia na separação em salas de meninos e meninas.

Foi uma experiência marcante e me apaixonei pela interação professor aluno, pois as alunas me fizeram firmar mais ainda o propósito de dedicação ao ensino, atuando de maneira a despertar o interesse pela Biologia.

Após um ano passei a atuar numa escola no interior do Estado do Paraná, onde lecionava Biologia, Química e Ciências, tentando atender às necessidades de cada disciplina em que atuava.

Acredito ter feito o necessário para educar da maneira mais eficaz, mas meu maior anseio continuava sendo o de trabalhar com aulas de laboratório, permitindo que os alunos visualisassem e pudessem vislumbrar na Ciência uma possibilidade de descobertas e encanto pelo aprendizado de Ciência.

Porém, não havia um laboratório equipado para que esse trabalho se efetuassem, havia somente um local com umas pias grandes, uma bancada de cimento, uns espécimes em formol e um quadro negro.

Naquele espaço muitas vezes realizei aulas simples, porém experimentais e muito diferentes da sala de aula com giz e quadro negro.

Após essa realidade, já se passaram 17 anos de atuação, e a busca por melhoria tem se tornado constante no processo educativo que desempenho.

Muitas mudanças ocorreram nesse período de tempo, porém as preocupações são muito parecidas, visto que a maioria, senão todas elas, está ligada com o fato de o aluno estar ou não aprendendo.

Atualmente, não trabalho mais em um colégio pequeno de interior, mas num grande colégio situado no centro da cidade de Curitiba, no Estado do Paraná, onde frequentemente são realizadas aulas de laboratório. Deparar-me com tal oportunidade de ensino, a de trabalhar em um laboratório com aulas práticas, somente aumentou o meu fascínio. Porém, ao lado disso também cresceram os problemas observados na realização dessas aulas.

Muitas controvérsias foram observadas no decorrer de tais aulas, como o fato de a metodologia adotada não conduzir a uma experimentação verdadeira, mas somente a uma observação do processo. Isso quando havia experimentação, pois na grande maioria das vezes eram feitas apenas observações de algumas estruturas anatômicas ou maquetes que representavam o processo fisiológico.

No transcorrer da aula havia um momento de questionamento, para verificar se eles aprenderam a situação proposta na "aula experimental", então eram elaboradas questões fora de contexto, sem nenhuma relação direta das perguntas com o processo experimental realizado; eram sempre perguntas retiradas de um livro sobre o conteúdo, não havendo, assim, questões problematizadoras que levassem os alunos a raciocinarem sobre o processo. Sendo assim, a aula não se concretizava em interpretar o experimento. Essas perguntas pareciam mais ter o objetivo de preencher espaços da aula do que interagir com o processo educacional.

Outros problemas muito evidentes e até cobrados por parte dos alunos se relacionavam com a metodologia, que nem sempre priorizava uma experimentação, sendo que algumas aulas de laboratório poderiam e até ficariam melhor se aplicadas

em sala de aula, como as aulas de recortar e colar gravuras de mitose e meiose, por exemplo.

Algumas ainda apresentavam tanta nomenclatura científica que até os próprios professores da teoria que acompanhavam suas turmas no laboratório ficavam com dúvidas.

Essas aulas eram massacrantes para os alunos, pois propunham que eles olhassem os animais fixados em formol e copiassem seus nomes científicos; eram tantos animais, tantos nomes, que até hoje me indago qual seria o objetivo de tal procedimento e se algum aluno compreendeu melhor a teoria com a cópia de uns 20 nomes científicos diferentes e complexos.

Outro procedimento adotado frequentemente era a observação de estruturas anatômicas de um ser vivo, de um animal ou de uma planta, porém não havia um objetivo para tais análises, ou melhor, não havia contextualização no trabalho.

Nota-se a falta de cuidado dessas aulas com o objetivo que ela vai atingir, tanto com a teoria vinculada como o proceder da aula em si, assim como a correlação de todo esse conteúdo com o conhecimento cotidiano, que poderia auxiliar no entendimento.

Quanto à contextualização, recordo-me de uma experiência bem simples elaborada numa aula quando ainda fazia Universidade. Ao observarmos o aumento da temperatura do amido ao adicionar água, induzindo à reflexão sobre tal produto utilizado há anos nas nádegas dos bebês para evitar assaduras, concluímos que tal procedimento ocasionava ainda mais assaduras, pois quando o amido era umedecido pela urina do bebê a temperatura aumentava e aquecia mais a pele umedecida. Com a observação e participação em aula, nunca mais deixei que colocassem amido nas nádegas dos bebês com os quais tive contato após aquele dia.

Esse tipo de aula, que parecia muito simples inicialmente, gerou um aprendizado permanente e social, transformando ideias previamente aceitas como verdadeiras no meu cotidiano.

Tal enfoque inexistia nas aulas observadas no colégio onde trabalho, pois não havia um questionamento que direcionasse toda a prática e instigasse o trabalho dos alunos, faltava a problematização relacionada à experimentação, e nessa falta, por mais que houvesse uma experimentação, ela ocorria somente para ser observada e não para aguçar a interpretação e a relação com um problema social existente.



Em contrapartida havia um laboratório que poderia ser explorado, um espaço adequado a cada aluno, um horário que proporcionava aulas práticas a todas as turmas, desde a Educação Fundamental até o Ensino Médio, abrangendo os três turnos.

Essas situações me impulsionaram a estudar, a aprimorar e melhorar as aulas do laboratório, no local onde trabalho como professora.

O mestrado profissional FCET veio ao encontro de tais anseios, na busca de tais melhorias.

## 1.2 PROPOSTA DE TRABALHO

Com esta dissertação busca-se aprimorar as aulas experimentais do Ensino Médio da disciplina de Biologia, a fim de instigar os alunos a se posicionarem como sujeitos autônomos e a adotarem uma postura reflexiva perante o ensino. Com isso, eles podem se tornar peças-chave no processo educacional, despertando seu interesse pela educação científica, e correlacionar tal aprendizado a sua vida cotidiana, construindo seu próprio conhecimento, tornando-se alfabetizados cientificamente.

Para atingir tais anseios, foram elaboradas sete aulas experimentais, envolvendo conteúdos de Biologia, que possibilitam aos alunos realizarem experimentos e observarem os resultados.

Tais experimentos são avaliados quali-quantitativamente por meio da análise de questões-problemas, que são realizadas antes e depois de cada aula experimental, de forma a estimular os alunos a raciocinarem e relacionarem os processos observados na prática com tais questões.

A avaliação permite identificar quantos alunos acertaram as questões-problemas antes e depois da aula experimental, assim como a melhoria na qualidade das respostas, verificando a inclusão de conceitos, oportunizados pela observação dos experimentos realizados.

O exercício de observar os procedimentos práticos, previamente sustentados por embasamentos teóricos, e correlacioná-los às questões-problemas (situações

contextualizadas), corrobora com a sustentação de um ensino construído que se relaciona à Alfabetização Científica.

Nessa perspectiva objetiva-se o trabalho com aulas práticas que promovam a Alfabetização Científica visando a um ensino que possibilite a correlação do conhecimento e interpretação de questões cotidianas, fomentando o conhecimento científico e um melhor conhecimento do mundo na elaboração de ensino que faça sentido.

### 1.3 DEFINIÇÃO DE TERMOS

Para melhor esclarecimento, definir-se-ão alguns termos utilizados nesta pesquisa e pertinentes a ela, a fim de que não haja confusão ou sejam relacionados a outros entendimentos.

Entende-se neste trabalho por:

- Aulas experimentais – aquelas oportunizadas dentro de um laboratório de um colégio, que possui materiais adequados e pertinentes a um procedimento experimental, que possibilita ao aluno realizar seu próprio experimento e não somente observar uma demonstração.

Tais aulas podem, às vezes, ser denominadas aula prática de laboratório, aula laboratorial, porém não devem ser confundidas neste trabalho com aulas de campo ou qualquer outra aula, por exemplo, que podem na literatura ser defendidas como um tipo de aula experimental.

- Questões-problemas – são aqui utilizadas como uma problematização sugerida na literatura por vários autores como Pozo e Crespo (2009) e Azevedo (2004). Tais problematizações levam os alunos a relacionarem a aula experimental em questão com o processo cotidiano, contextualizado, e lhes possibilita o despertar do raciocínio e do pensamento científico.
- Pensamento-científico – aquele que se relaciona com o conhecimento científico e aborda os conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais, conforme defendido por Pozo e Crespo (2009).

- Reativo de Biureto – Reagente utilizado na detecção de proteínas nos alimentos.
- Reagente de Benedict – Reagente utilizado na detecção de açúcares nos alimentos.
- Lugol – Componente químico que reage com o carboidrato e possibilita a detecção dele nos alimentos.

#### 1.4 QUESTÕES DE PESQUISA

Centrando a atenção, portanto, especialmente nas relações entre os jovens de uma escola pública e suas relações com as aulas experimentais de Biologia e o uso do laboratório, foi elaborada a seguinte questão:

Como as aulas experimentais de determinados tópicos na disciplina de Biologia no Ensino Médio contribuem para a contextualização e promovem a Alfabetização Científica?

#### 1.5 OBJETIVOS

##### 1.5.1 Objetivos gerais

- Desenvolver uma sequência didática para as aulas de Biologia no Ensino Médio, baseadas na experimentação, visando à alfabetização científica dos alunos.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Estimular o pensamento científico, assim como aprendizagem conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais dos alunos na interpretação de processos experimentais no decorrer da aula laboratorial.
- Correlacionar resultados obtidos em procedimentos experimentais à resolução contextualizadas de problemas.
- Atuar como mediador e coordenador na reflexão e interpretação de questões-problema abordadas no processo de experimentação.
- Estimular os alunos a correlacionar conteúdos científicos com suas implicações na sociedade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O CONTEXTO

Vários autores têm se dedicado a trabalhar com as aulas experimentais e assim auxiliar nos trabalhos posteriores com o tema.

Na perspectiva de Gil-Pérez (1993), o trabalho relacionado à experimentação deve estar vinculado à teoria, a fim de proporcionar um aprendizado eficaz, dotado de atitudes científicas, proporcionando conhecimento científico.

Axt (1991) defende a união dos aspectos teórico e prático, uma vez que, ao se deparar com um problema, o estudante deverá fazer mais do que simples observações, mas deve ser capaz de formular hipóteses, dialogando sobre elas, visando, assim, solucionar problemas, num trabalho único que permita o aprendizado de conceitos científicos.

Hodson (1992), em seu trabalho sobre aulas experimentais, defende os objetivos: motivação ao interesse, ensino de habilidades, despertar o interesse científico, promoção de raciocínio e desenvolvimento de atitudes científicas.

Tais autores enfocam o desenvolvimento de uma aula experimental e a vinculam ao desenvolvimento de atitudes científicas, conceitos científicos, pensamento científico e conhecimento científico.

O despertar do pensamento científico, do conhecimento científico se relaciona com o desenvolvimento de atitude, conceitos e procedimentos, denominados conhecimentos atitudinais, conceituais e procedimentais, levando assim o conhecimento cotidiano ao conhecimento científico (POZO; CRESPO, 2009).

A fim de atender a tais prerrogativas, deve-se ainda focalizar a ideia de Morin (2003), que defende a abstração e contextualização do conhecimento, promovendo o conhecimento geral e se articulando com informações do mundo.

Para Demo (2013), a construção do conhecimento científico se relaciona com a Alfabetização Científica, abrangendo a pesquisa e o processo de problematização sobre ela. Isso, a fim de vincular o conteúdo apreendido à vivência dos envolvidos no processo, oportunizando desenvolvimento na qualidade de vida.

Os trabalhos apresentados abordam a necessidade de uma educação que deve seguir um caminho de construção do conhecimento, integrando teoria e prática, possibilitando a construção do pensamento científico, do conhecimento científico e a relação dele com o mundo em que estamos inseridos, produzindo um conhecimento contextualizado e promotor de indivíduos cidadãos.

Tais enfoques quando trabalhados na disciplina de Biologia com abordagens construtivista possibilitaram aos alunos agirem como protagonistas na construção do conhecimento científico.

## 2.2 O ENSINO DE BIOLOGIA E A NECESSIDADE DE MUDANÇAS: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENFOQUE CONSTRUTIVISTA

Na minha opinião<sup>1</sup>, atuar em sala de aula com o intuito de ensinar não tem sido umas das tarefas mais fáceis. Existem milhares de maneiras mais atraentes e cativantes de aprender do que estar sentado, enfileirado, com aproximadamente 40 alunos apertados dentro de uma sala de aula. Em suma na atualidade há oferta de atração mais convincentes do que a sala de aula.

Sob meu ponto de vista, a superação destas é tarefa instigante que desafia as nossas habilidades e competência como educador.

São tantas as questões que nos levam a pensar em como despertar o encanto, o interesse pelo estudo, o conhecimento, o mundo científico, o prazer pela Ciência.

Todas essas questões nos impulsionam a trabalhar, a estudar maneiras que tragam o fascínio até os nossos educandos.

Este trabalho parte desses anseios presentes na vida da maioria, senão de todos, dos profissionais da educação, visando à melhoria do aprendizado, não somente pelo entendimento do conteúdo abordado, mas pela construção do mesmo.

Pozo e Crespo (2009) em seu livro “A aprendizagem e o ensino de ciências” comentam que os alunos perderam a vontade, o interesse pela Ciência, não querem

mais provar da tentação da árvore da Ciência, e quando provam seus frutos parecem não ser mais saborosos.

Em decorrência de tais problemas, equivocam-se sobre os conteúdos aprendidos, formulando questões com sérios problemas de entendimento, fazendo com que as respostas distorcidas e distraídas se tornem não somente algumas exceções, mas provenham da maioria dos educandos (POZO; CRESPO, 2009).

Essas situações levam o educador a se indagar sobre seu trabalho e a correlação sobre os erros conceituais demonstrados pelos alunos.

A interpretação de tais problemas remete à atuação em sala de aula, que cada dia mais tem nos impulsionado a um ensino truncado, compartimentalizando os conteúdos em caixas de conhecimentos, isto é, aprendemos uma caixa, depois ela é fechada e guardada, assim estaremos pronto para abrir uma nova caixa. Não há interação entre os conteúdos, sendo assim com a maior parte do processo educacional, que não promove nenhuma correlação dos conteúdos estudados com os processos vivenciados no nosso cotidiano (MORIN, 2011).

Tal visão de mundo mecanicista/newtoniana se distancia de uma visão totalizante, priorizando a assimilação de conteúdo e resolução de exercícios de maneira repetitiva e sistêmica (MORIN, 2011).

Morin (2011, p.25) explica que "O paradigma cartesiano separa o sujeito e o objeto, cada qual na esfera própria: a filosofia e a pesquisa reflexiva de um lado; a ciência e a pesquisa objetiva de outro".

Para Morin (2003, p.70): "a inteligência parcelada, compartimentalizada, mecanicista, disjuntiva, reducionista, destrói a complexidade do mundo em fragmentos distintos, fraciona os problemas, separa o que está unido, unidimensionaliza o multidimensional".

No meu entender<sup>1</sup>, essa segmentação da Ciência não colabora na construção do conhecimento de maneira geral, uma vez que acaba separando reflexão dos acontecimentos sociais, porque a contextualização deixa de ser contemplada.

Diante disso, torna-se evidente a necessidade de mudanças, no sentido de abandonar as ideias de trabalho mecanicista e adotar uma atitude construtivista,

---

<sup>1</sup> Nessa seção optou-se pela utilização da 1.ª pessoa para fazer a relação do referencial teórico e da autora que conduzirão o desenvolvimento da dissertação e do produto.

para que o ensino aprendizagem possa ocorrer de maneira integral, globalizada e construída pelo aluno.

Segundo Barberà (2004), o construtivismo aborda a construção do conhecimento afirmando que ele não está acabado, findado, mas pode ser mudado e reelaborado por meio da ação da educação relacionada ao contexto, interagindo com as construções oriundas da vivência do indivíduo no mundo.

A ideia de construção do conhecimento e correlação com o cotidiano, prevalecendo a contextualização, está arraigada nessa tendência pedagógica de educação. Traz novas oportunidades de ensino-aprendizagem, suscitando em nossos alunos o fascínio pelo aprender (BARBERÀ, 2004).

O ensino-aprendizagem está em constante mudança e a busca por aperfeiçoamento deve ser também um processo dinâmico, sendo de responsabilidade do professor direcioná-la.

Segundo Piaget (2007, p.1):

O conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado nem nas estruturas internas do sujeito, porquanto estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nas características preexistentes do objeto, uma vez que elas só são conhecidas graças à mediação necessária dessas estruturas, e que essas, ao enquadrá-las, enriquecem-nas.

Há um entendimento de que o professor aponte caminhos que possam garantir a aprendizagem de Biologia pelos alunos (ABOU SAAB; GODOY, 2007), sendo um ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos de modo a levar os alunos a aproximarem teoria e prática, e como afirmam os PCN em Biologia:

Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (PCN, 1999, p.19).

A disciplina de Biologia é dinâmica e seu lugar no currículo se faz de total importância, ou seja, é um estudo da vida. Estudar a vida e com ela se identificar tem sido uma busca constante dos professores de Biologia (KRASILCHIK, 2011).



A tecnologia que se relaciona com as inovações científicas e produzem descobertas na medicina, na alimentação, na indústria farmacêutica e assim por diante, traz as indagações e o fascínio que concorrem a favor de tal disciplina.

A dinamicidade da Biologia pode ser vista no próprio currículo, em que as mudanças são visíveis; na década de 1960 a explosão do conhecimento biológico provocou uma transformação na tradicional divisão: botânica e zoologia, passando do estudo das diferenças para a análise de fenômenos comuns a todos os seres vivos. Essa análise, feita em todos os níveis de organização, da molécula à comunidade, teve como consequência incluir nos currículos escolares um novo e amplo espectro de assuntos, que vai desde a ecologia e genética de populações até a genética molecular e a bioquímica. (KRASILCHIK, 2011)

Nuffield (1996 *apud* KRASILCHIK, 2011, p.17) menciona dois níveis de ensino em Biologia.

Em primeiro nível deve:

- Fornecer uma visão atualizada do conteúdo;
- Levar uma compreensão do homem como ser vivo e do seu papel na natureza;
- Procurar dar uma visão da variedade da vida e das semelhanças entre os seres vivos;
- Ensinar a arte de planejar investigações científicas e de formular questões e organizar experiências;
- Desenvolver um espírito de crítica às evidências; considerar a Biologia como parte do desenvolvimento da humanidade.

Em segundo nível:

- Desenvolver nos estudantes as habilidades práticas e intelectuais necessárias à compreensão das ciências biológicas;
- Apresentar aos alunos o conhecimento biológico através de investigação; possibilitando aos jovens a capacidade de avaliar criticamente dados e fatos.

Possibilitar a aquisição desses níveis de ensino inquieta nossa mente, no sentido de desvendar qual a melhor maneira de proporcionar tais ações aos alunos de forma que eles consigam transformá-las em um conhecimento mais eficaz.

Krasilchik (2011) ainda enfatiza que esse conhecimento deve vir acrescido de tópicos que vão além do currículo estabelecido pelas unidades escolares, promovendo um ensino globalizado. Para isso, necessita a abordagem das questões ambientais, assim como o impacto da atividade humana no meio ambiente, as questões filosóficas, culturais e sociais, levando o aluno a compreender a evolução humana, e a relacioná-la com a religião, economia e tecnologia, as questões médicas, vinculando a

compreensão de conceitos biológicos ao processo de cura, bem como à questão ética, que interage com todos os enfoques citados acima com os problemas individuais e sociais como aborto, manipulação de seres vivos, eutanásia e biodiversidade.

Proporcionar uma visão totalizante do conhecimento e sua relação com todos os processos não é uma tarefa simples, porém deve ser estimulada a fim de obter-se um ensino que se torne mais profícuo e se relacione com os processos decorrentes da vida.

Trabalhar a disciplina Biologia em um enfoque que atraia os alunos e promova um conhecimento se relaciona estritamente com a abordagem construtivista, que, segundo Krasilchik (2011, p.38), implica possibilitar situações que envolvam os alunos em atividades que promovam o aprendizagem de Biologia, formulando novas modalidades que orientem o entendimento de variadas maneiras, permitindo que os alunos contestem, criem e recriem seu conhecimento.

A visão construtivista, conforme Driver e Bell (1986), engloba alguns aspectos importantes na aprendizagem, vinculando os objetivos e anseios dos alunos à construção de significados, que podem ser usados para interpretar o mundo em que eles vivem.

Na concepção construtivista (BARBERÀ, 2004, p.24), "a função prioritária da educação escolar é, ou, melhor deveria ser, a promoção do desenvolvimento e do crescimento pessoal".

Ainda Barberà (2004) refere-se ao aluno como eixo principal do processo, que executa um papel decisivo na construção e reconstrução da aprendizagem, direcionando seu ensino, sendo o professor um coordenador, guia, orientador no caminho das formas culturais selecionadas como conteúdos de aprendizagem.

O construtivismo possibilita que o aluno participe ativamente da construção do seu aprendizado, mediante a experimentação, a pesquisa de grupo, o estímulo, a dúvida e o desenvolvimento do raciocínio, entre outros procedimentos. A partir de sua ação, vai estabelecendo as propriedades dos objetos e construindo as características do mundo (BARBERÀ, 2004).

## 2.3 O CURRÍCULO DE BIOLOGIA E O CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Segundo Jiménez Aleixandre e Sanmartí (1997), existem cinco fins para a educação científica:

- 1.º A aprendizagem de conceitos.
- 2.º O desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico.
- 3.º O desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas.
- 4.º O desenvolvimento de atitudes e valores.
- 5.º A construção de uma imagem de ciência.

Coll (1997) defende que tais fins devem ser observados na promoção do conhecimento científico e se relacionam não somente com a apreensão de conceitos, mas também com a habilidade ao resolver problemas, e com os valores humanos presentes no processo, originando assim três conteúdos: os conceituais, os procedimentais e os atitudinais na formação do conhecimento científico.

Pozo e Crespo (2009) esclarecem que os conteúdos conceituais se relacionam com os conceitos, fatos e dados que são aceitos hoje como verdade para ciência e fornecem subsídios à descobertas posteriores; os procedimentais se relacionam com a reflexão, discussão sobre como fazer, e os atitudinais com atitudes que devem ser adotadas durante um processo para que se obtenha o sucesso dele, como ajuda, cooperação entre outros.

Para Coll (1997), os conteúdos conceituais se relacionam com o processo científico da escola, tendo como responsabilidade trabalhar o conhecimento socialmente produzido; os atitudinais com as atitudes que englobam normas e valores que devem ser adotados dando uma dimensão maior ao conhecimento científico, e os procedimentais constituem os objetivos e ações traçadas para alcançá-los, articulados por ações, passos ou procedimentos a serem implementados e aprendidos.

Para despertar o conhecimento científico nos alunos, há necessidade de focar três conteúdos que contribuirão para a formação de tal conhecimento, que são os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO; CRESPO, 2009).

### 2.3.1 Conteúdos conceituais

Pozo e Crespo (2009) afirmam que os conteúdos conceituais são, em geral, o enfoque principal no ensino, abordam os conteúdos mais específicos de cada área, tendo por base os dados ou fatos pertinentes à pesquisa científica.

"A aprendizagem de conceitos e construção de modelos, requer a superação das dificuldades de compreensão e envolve trabalhar os conteúdos conceituais dos mais específicos e simples até alcançar os princípios estruturais das ciências." (POZO; CRESPO, 2009).

Assim os autores defendem a ideia de que quanto mais um conceito puder ser observado na prática, mais se aprenderá sobre o mesmo (POZO; CRESPO, 2009).

Tais conteúdos são abordados no decorrer das aulas experimentais, visto que é a partir deles que todo o aprendizado se circunda, possibilitando o entendimento a partir de observações práticas (POZO; CRESPO, 2009).

### 2.3.2 Conteúdos procedimentais

Segundo Pozo e Crespo (2009), esses conteúdos se relacionam com o saber fazer, envolvendo para isso habilidades cognitivas, raciocínio científico e habilidade experimental, além da capacidade de resolução de problemas, que objetivam não somente transmitir os saberes científicos, mas também tornar os alunos participantes de tais processos.

Envolvem ainda a superação de limitações específicas no aprendizado, tanto de técnicas como de destrezas, principalmente nas estratégias que englobem pensamentos e aprendizagens (POZO; CRESPO, 2009).

Segundo Coll (1997), são ações adotadas a fim de alcançar objetivos, resultados, mediante procedimentos a serem implementados e aprendidos.

Tais questões se relacionam com os processos adotados, por exemplo, nas aulas experimentais quando há necessidade de trabalhar com equipamentos como microscópio, fazer lâminas etc.

### 2.3.3 Conteúdos atitudinais

Pozo e Crespo (2009) relacionam os conteúdos atitudinais com as atitudes científicas adotadas perante um procedimento experimental, bem como valores como cooperar, participar, ajudar.

Constituem, assim, os conteúdos mais difíceis de serem atingidos, não se encerrando por si só, pois dependem dos relacionamentos humano para serem atingidos (POZO; CRESPO, 2009).

Coll (1997) menciona que tais conteúdos se relacionam com o compromisso filosófico da escola, o de promover aspectos que nos completam como seres humanos, fornecendo uma dimensão maior, razão e sentido para o conhecimento científico.

O trabalho em equipe, a participação e outras atitudes de cooperação são adotados e necessários no trabalho com as aulas experimentais, visto que sem essas atitudes o trabalho ficaria prejudicado.

## 2.4 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Ao adotar uma abordagem construtivista no ensino, deve-se correlacioná-la a um sistema de aprendizado que possibilite ao aluno a construção do conhecimento a partir de suas próprias observações (BARBERÀ, 2004).

Enfoca-se, assim, em um ensino que possibilite a descoberta por meio da investigação, que enfatiza o conteúdo como meio para o exercício do pensar, tendo como finalidade mudar conceitos, procedimentos e atitudes. Não focaliza a formação de verdadeiros cientistas, mas sim, educandos que pensem sobre as coisas do mundo de forma mais detalhada, analisando-as pelo aprendizado fornecido pelas ciências (CAMPOS; NIGRO, 1999).

O ensino por investigação, na perspectiva de Lucas e Vasconcelos (2005), ocorre na possibilidade de uma vertente epistemológica que promova o ensino para mudança conceitual, procedimental e atitudinal. Dessa forma, possibilita ao aluno, após a investigação, a mudança e revisão de seus conhecimentos.

O professor que utiliza em suas aulas a proposta investigativa observa que o aluno passa a argumentar, pensar, agir, inferir, questionar e fazer parte da construção do seu conhecimento, abandonando o papel de agente passivo que somente recebe as informações prontas para um sujeito ativo que influencia em seu processo de ensino-aprendizagem (CARVALHO et al., 1998).

Com isso, abre-se a possibilidade de um ensino mais profícuo e duradouro, pois o aluno passa a raciocinar e integrar os conteúdos apreendidos.

Azevedo (2004) aponta a necessidade da questão problema por entendê-la como ponto de partida na aquisição de um novo conhecimento.

A proposta de incorporar problemas a serem resolvidos, é relevante por gerar ideias que serão discutidas e permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios. Dessa forma, promove a oportunidade para reflexão, indo além das atividades experimentais; permite um local de trabalho colaborativo, em que todas as reflexões levantadas sobre o conteúdo são respeitadas (AZEVEDO, 2004). Em síntese, valoriza um aprendizado construído pela reflexão do próprio aluno, envolvendo-o no processo.

Para que esse processo de ensino por investigação se evidencie, é necessário que o professor realize atividades que possibilitem a investigação, estimulem desafios, abordando as situações-problemas como foco do trabalho, a fim de levantar debates e questionamentos que motivem a aprendizagem científica dos alunos. Tal atividade está centrada no que o aluno pensa e faz, promovendo uma interação professor aluno, estimulando o professor a ser questionador, argumentador, a propor e conduzir os desafios no ambiente escolar. Assim, ambos são conduzidos a trabalhar em conjunto os desdobramentos dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, permitindo a construção conjunta do conhecimento científico (AZEVEDO, 2004).

As atividades investigativas devem ser trabalhadas com o enfoque da problematização, situações-problemas, questões-problemas, ou seja, qualquer outro nome que se adote, para que delas surjam questionamentos que envolvam diálogos voltados à resolução de problemas e levem os alunos à aquisição de conhecimentos conceituais, a fim de construir seu conhecimento (CARVALHO; GARRIDO; CASTRO, 1995).

Tais questões permitem que os alunos deixem de ser meros espectadores, e passem a atuar, refletindo e se posicionando.

Moreira e Lewandowski (1983) defendem a resolução de problemas que leve à investigação e que seja fundada na participação do aluno.

Azevedo (2004, p.21) alerta que:

Para que uma atividade possa ser considerada atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ele deve conter características de um trabalho científico, o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar o que dará ao seu trabalho características de investigação científica.

Colocam-se, assim, os conteúdos procedimentais e atitudinais no mesmo grau de importância dos conteúdos conceituais, segundo Azevedo (2004).

Lewis e Lomascólo (1998, p.148) afirmam que:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como "projetos de investigação", favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontarem resultados e a obterem profundas mudanças conceituais, procedimentais e atitudinais.

Para Gil e Torregrosa (1987), a problematização deve ser tratada como investigações e deve permitir a aplicação da metodologia científica.

O aluno ao se deparar com uma situação-problema, uma questão-problema no início da aula já adota posturas diferentes, se posicionando como um investigador, um pesquisador que precisará ficar atento aos detalhes do experimento para assim correlacioná-los à solução da questão (PCN, 2002). Ao não ficar omissos na solução do problema, o aluno adota uma postura reflexiva e construtora do conhecimento.

Os trabalhos de pesquisa em ensino mostram que os alunos aprendem mais ciência e desenvolvem melhor seu conhecimento conceituais quando participam de investigações científicas, semelhantes às realizadas no laboratório de pesquisa, conforme Hodson (1992).

Azevedo (2004) defende a variedade da proposta de trabalho investigativo, visto que este pode ser formulado por meio de metodologia com lápis e papel até aulas experimentais dentro de um laboratório.

Campos e Nigro (2009) abordam alguns passos que estruturam um ensino por investigação:

O ciclo de investigação deve:

- Enfocando o serviço do professor:
  - Estimular os alunos a formularem hipóteses e possibilitar a comprovação delas pela observação do experimento;
  - Coordenar a elaboração do experimento;
  - Permitir, instigar discussões e coordená-las;
  - Possibilitar aos alunos atividades contextualizadas, que façam sentido em fazê-las.
  
- Enfocando as investigações:
  - Despertar a autonomia dos alunos;
  - Desenvolver habilidades, atitudes e conceitos;
  - Possibilitar a expressão de opiniões;
  - Propiciar o trabalho cooperativo;
  - Uma visão de ciência que interpreta o mundo.

Tal metodologia de trabalho não somente possibilita ao aluno construir seu conhecimento por investigação, observação, levantamento de hipóteses, discussões, diálogos, participação, como também agir com autonomia despertando o pensamento científico e o aproximando cada vez mais da Ciência, assim como despertar o interesse pelo conhecimento científico por instigar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (LEWIS; LOMASCÓLO, 1998).

Sendo assim, a proposta de ensino está intimamente correlacionada ao ensino experimental, aulas práticas, aulas de laboratório ou seja qual for a nomenclaturada, e deve ser elencada como uma orientação por onde seguir com o ensino por investigação.



## 2.5 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO

Para Krasilchik (2011), há uma insuficiência na apropriação dos conteúdos enfocados nas aulas tradicionais ofertadas no Ensino Médio, o que demonstra a necessidade de aulas diferenciadas, com inovação na condição de trabalho pedagógico.

Sendo o professor responsável por intermediar novas possibilidades no ensino, deve permitir aos alunos novas experiências na aprendizagem da Biologia, agindo como instigador na resolução de problemas e comprovação de suposições, permitindo a busca de novos olhares para a Ciência de referência. Neste caso, a Biologia traz na experimentação um processo que contribui com o aprendizado, correlacionando teoria e prática (ABOU SAAB; GODOY, 2007).

Dessa forma, como apontam os PCN (BRASIL, 1999):

Os dados obtidos em demonstrações laboratoriais devem permitir ao aluno que se construa novos conceitos que lhe permita apropriar-se dos conhecimentos específicos da área assim como compreender a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Significa ampliar as possibilidades de compreensão e participação efetiva nesse mundo como forma de interpretação da realidade.

Lima e Garcia (2011, p.208), ao discorrerem sobre as vantagens de aplicar aulas experimentais, citam:

- Facilitar a compreensão do aluno;
- Auxiliar na construção de uma visão crítica autônoma;
- Torna a Biologia mais prazerosa e interessante;
- Complementa a teoria;
- Aproxima do mundo real;
- Ajuda a estabelecer relações;

No decorrer do processo ensino-aprendizagem na disciplina de Biologia constata-se grande dificuldade na compreensão dos conteúdos, por isso as aulas experimentais laboratoriais constituem um meio de assimilação e compreensão dos conteúdos previamente propostos em uma aula teórica, que, mesmo contribuindo eficazmente em alguns aspectos, não consegue sanar todas as dúvidas que cercam os

conteúdos da disciplina de Biologia. Daí porque é necessária uma observação clara, que forneça condições precisas para entendimento de processos e reações, que antes pareciam de difícil assimilação; a experimentação funciona, então, como um facilitador (KRASILCHIK, 2011).

Ao abordar o ensino por investigação, observa-se sua correlação com as atividades práticas experimentais, nas quais a investigação tem um papel primordial e está sempre presente. Segundo Krasilchik (2011), as aulas práticas experimentais devem possibilitar que os próprios alunos concluam seu conhecimento por meio da observação dos resultados; ainda, permitem-lhes que interpretem, investiguem, levantem hipóteses e os conduzem ao conhecimento científico de maneira contextualizada.

Tais prerrogativas estão intrinsicamente ligadas às aulas experimentais, abordadas aqui neste trabalho, como já descritas no subitem 1.3 como aulas que têm lugar dentro de um laboratório, com os equipamentos necessários para observações e experimentos.

Uma aula experimental permite que os alunos, além de manusear e observar os experimentos, levantem hipóteses sobre tais processos.

Esses processos podem contribuir e muito para uma evolução do conhecimento.

Conforme Hofstein (1982), as aulas práticas laboratoriais abordam objetivos como:

- Motivar e manter o interesse dos alunos, abrangendo-os em investigações científicas;
- Despertar a capacidade de resolver problemas, auxiliando na compreensão de conceitos básicos e no desenvolvimento de habilidades.

Desenvolvimento de habilidades, compreensão de conceitos e investigação são mais uma vez itens presentes no ensino por investigação, no qual o foco está no desenvolvimento do conhecimento científico, e relaciona a aula experimental ao ensino por investigação.

Propiciar aos alunos que leiam o mundo e o interpretem por meio de aulas experimentais, torna os educandos mais convencidos de que são capazes de aproximar-se da ciências, do processo de fazer Ciência, bem como do conhecimento científico e do pensar científico, conferindo-lhes competência na resolução de problemas.

Ressalta-se que:

As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. [...] As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual (PCN, 2002, p.55).

As aulas experimentais possibilitam a retomada de conteúdos, estimulando uma nova visão para a compreensão e a contextualização, o que leva o aluno a ser capaz de refletir sobre acontecimentos e emitir opiniões acerca dos assuntos abordados (LEITE; SILVA; VAZ, 2005).

Nas palavras de Lima e Garcia (2011, p.203), "Os alunos consideram que as aulas práticas são facilitadoras da aprendizagem".

Do exposto, pode-se afirmar que as aulas práticas, aqui chamadas de experimentais, além de possibilitar uma melhoria no aprendizado, são bem aceitas pelos alunos.

Conforme Hodson (1992, p.549),

As aulas experimentais são atividades que os alunos utilizam procedimentos da Ciência para investigar fenômenos e resolver problemas como meios de aumentar e desenvolver seus conhecimentos, e fornecem um elemento integrador poderoso para o currículo. Ao mesmo tempo, os estudantes adquirem uma compreensão mais profunda da atividade científica, e as investigações tornam-se um método tanto para aprender Ciência como aprender sobre a Ciência.

Quando os alunos participam no trabalho e na interpretação de uma aula experimental, e esta o impulsiona para um nível de conhecimento superior, ocorre a possibilidade de eles aprenderem ciências de maneira mais profícua.

## 2.6 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO

Os processos de educação e alfabetização estão ligados; embora não possuam o mesmo significado, a educação tem como objetivo a formação de pesquisa e a alfabetização se refere à iniciação, os dois enfoques são primordiais para a fase formativa da pesquisa, por incentivar os alunos a se tornarem cidadãos

capazes de raciocinar (HARRIS; SASS, 2007; RIVKIN; HANUSHEK; KAIN, 2005; ROWAN, 2004).

A educação científica deve atender as necessidades dos seres humanos, no sentido de auxiliar na sua vivência, melhorando oportunidades de desenvolvimento como a qualidade de vida, alimentação, saneamento, aperfeiçoamento profissional até aos que se julgam menos privilegiados (DEMO, 2013, p.56).

Vinculando o processo de alfabetização científica e educação, Demo (2013, p.61-67) enfatiza que a "Alfabetização Científica significa saber pensar na teoria e na prática, enfatizando o sustento pelo processo da pesquisa científica, construindo e desconstruindo ideias através da argumentação".

Conforme Demo (2013), para que a alfabetização científica possa ser contemplada, é necessário que exista:

- Um ambiente que se construa o conhecimento,
- Habilidade do professor em produzir seu material, focando a experimentação científica e oportunizando a realização do mesmo,
- Trabalho com uma didática que focalize a problematização e que os materiais didáticos possibilitem tais resoluções,

Nessa proposta de trabalho, pode-se verificar que a pesquisa é um ponto crucial na alfabetização científica.

Trabalhar a construção de conceitos científicos, de modo a estimular os alunos a compreender o conteúdo de forma contextualizada, estimular o raciocínio científico, desenvolver ações dotadas de atitudes científicas, todos estes conceitos estão vinculados ao processo de alfabetização científica, de acordo com Chassot (2003).

Segundo Santos (2007), deve-se discutir a função da alfabetização científica e seu significado na vida do cidadão compreendendo o conteúdo científico e a função social da ciência, vinculado à qualidade de ensino de ciências. Para isso, fazem-se necessárias a contextualização e interdisciplinaridade, o que possibilita a compreensão da Ciência, tecnologia e suas inter-relações com a sociedade.

Propiciar, portanto, a educação científica como um processo de domínio cultural dentro da sociedade tecnológica, em que a linguagem científica seja vista como ferramenta cultural na compreensão de nossa cultura moderna, é o grande desafio na renovação do ensino de ciências (SANTOS 2007, p.487).

Saber utilizar os conhecimentos científicos e tecnológicos de maneira a favorecer a construção de nossa própria cultura (CHASSOT, 2003) é um desafio presente cada vez mais no nosso cotidiano, e deve ser encarado e estimulado a fim de nos tornarmos indivíduos alfabetizados cientificamente.

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), a alfabetização científica está relacionada à formação cidadã para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diversas modalidades da vida. Independente das denominações utilizadas para designar tal processo, todos se preocupam com o ensino de Ciências, vinculados à construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente.

"A alfabetização científica deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca." (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.61).

Ao oportunizar uma educação permeada pela alfabetização científica, busca-se priorizar nos alunos o despertar do raciocínio e a interpretação de questões acerca do mundo no qual está inserido, tornando-o politizado.

Díaz, Alonso e Mas (2003, p.3) consideram que: "a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de Ciência; estas razões se baseiam em benefícios práticos, pessoais e sociais".

Tais concepções que sustentam a alfabetização científica estão intimamente relacionadas com a proposta abordada nas aulas experimentais, que trabalham com o intuito de ensinar Biologia e fazer dela uma porta de entrada às descobertas de um novo universo, transformando o indivíduo em cidadão atuante, que utiliza os benefícios dos avanços científicos na sua vida, transpõe os conteúdos aprendidos no seu cotidiano e sabe se posicionar e conviver em sociedade.

Nesse sentido, Chassot (2003, p.47-48) afirma:

Quando se faz uma proposta para alfabetização científica se pensa imediatamente nos currículos de ciências. Estes, cada vez mais em diferentes países têm buscado uma abordagem interdisciplinar, na qual a ciência é estudada de maneira inter-relacionada com a tecnologia e a sociedade.

O papel do professor merece destaque nesse processo, no dizer de Freitas (2011, p.40):

Portanto, cabe ao docente reconhecer os fatores que moldam a sua disciplina e a sua prática para que possa atuar conscientemente como orientador do processo de ensino-aprendizagem, comprometendo-se com uma formação crítica de seus alunos e com a alfabetização científica.

Cada docente é autônomo nas escolhas de métodos e caminhos a trilhar, observando o que melhor se relacione às condições de ensino com as quais pode contar, com vistas a propiciar a reflexão e a construção da alfabetização científica.

E, para Pedrancini *et al.* (2007), há necessidade de se ensinar alfabetização científica aos nossos alunos, visto que se evidencia um baixo nível de alfabetização científica entre os alunos de escola pública do Paraná, não conseguindo associar corretamente, nem sequer conhecer importantes conceitos. Ficam, assim, privados da perspectiva crítica, em diversos sentidos, sobre assuntos importantes para a comunidade humana como as tecnologias empregadas na elaboração dos Organismos Geneticamente Modificados, a expansão demográfica fruto desse evento, suas consequências ambientais, alimentares decorrente de tal processo. Tal defasagem se deve, entre muitas causas, à ineficiência do conhecimento produzido nos colégios e à incoerência entre a prática pedagógica e os objetivos nacionais para educação.

A disciplina Biologia está vinculada ao processo vital; ensinam-se em Biologia reações, ciclos, interações e relações diretamente relacionadas à vida, e não parece ser coerente que o ensino esteja desvinculado dessa perspectiva separando o aprendizado dos processos relacionados à vida e da nossa vida em sociedade.

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), é importante que o ensino de Biologia esteja diretamente ligado à abordagem da Ciência, vinculado à Tecnologia, à Sociedade e ao Meio Ambiente, desenvolvendo o conhecimento científico indispensável na sociedade humana.

Ainda nessa perspectiva, Sasseron e Carvalho (2008) partem do pressuposto de que é necessário promover a Alfabetização Científica desde os anos iniciais de escolarização. Destacam a importância da participação ativa dos alunos na construção do conhecimento e a discussão de problema e desafios que se fazem presentes na

realidade atual, sendo importantes nas aulas de ciências as propostas de atividades investigativas que contemplem as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

É de suma importância a instigação do professor em relação a questões e estudos relacionados com avanços científicos e tecnológicos, assim como as consequências inferidas sobre a população e a sociedade como um todo. Nesse sentido, é preciso desde cedo despertar a curiosidade para a Ciência, para o questionamento e o pensamento crítico, de modo a instrumentalizar os alunos para que saibam usar os conhecimentos adquiridos na escola, bem como fazer escolhas conscientes, com vistas a uma qualidade de vida (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Sendo assim:

Ensino e aprendizagem constituem unidade dialética no processo, caracterizada pelo papel condutor do professor e pela auto atividade do aluno, em que o ensino existe para provocar a aprendizagem mediante tarefas contínuas dos sujeitos do processo. Este une, assim, o aluno à matéria, e ambos, aluno e conteúdo ficam frente à frente mediados pela ação do professor que conduz e dirige as atividades e as ações necessárias para que os alunos desenvolvam processos de mobilização, construção e elaboração da síntese do conhecimento (PIMENTA; ANASTASIOU, 2002, p.208-209).

Deparamo-nos com a necessidade de trabalhar o conteúdo de Biologia de maneira que almeje a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas da sua vida; motivos estes que guiam o planejamento desse ensino para construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente, segundo Carvalho e Tinoco (2006), Mortimer e Machado (1996).

Para Sasseron e Carvalho (2008), a concepção do ensino de Ciências pode ser vista como um processo de enculturação científica dos alunos, no qual esperaríamos promover condições para que os alunos fossem inseridos em mais uma cultura, a cultura científica. Tal concepção também poderia ser entendida como letramento científico, se a considerarmos como o conjunto de práticas das quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele. No entanto, abordar-se-á o termo Alfabetização Científica no sentido de designar as ideias que temos em mente e que se objetiva ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio por meio da prática consciente propiciada por sua interação

repleta de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao saber científico.

Segundo Hazen e Trefil (2000, p.71-94), fazer ciência é diferente de usar ciência. Esses autores afirmam que não é necessário que a população em geral saiba fazer pesquisa científica, mas deve saber como os novos conhecimentos produzidos pelos cientistas podem trazer avanços e consequências para sua vida e sociedade.

Vincular tais ideias às aulas experimentais e proporcionar oportunidade de fazer parte de uma experimentação, coloca o aluno como autônomo, como parte do processo e não como mero espectador, como protagonista na sua construção do seu próprio conhecimento.

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver atividades a partir de uma perspectiva construtivista, com intervenções concretas em sala de aula (esta é a inspiração para desenvolvimento do produto). Uma das maneiras pelas quais se exercita o construtivismo é por meio da experimentação.

Estas atividades experimentais e a sequência didática também têm por objetivo promover a Alfabetização Científica.



### 3 JUSTIFICATIVA

"A Biologia pode ser uma das disciplinas mais relevantes e merecedoras da atenção dos alunos, ou uma das disciplinas mais insignificante e pouco atraentes, dependendo do que for ensinado e de como isso for feito." (KRASILCHIK, 2011, p.13).

Segundo Bizzo (2007), é de suma importância entender o valor do conhecimento científico para a formação dos alunos, pois ele contribui efetivamente para a ampliação da capacidade de compreensão e da atuação do estudante no mundo em que vivemos. Ensinar Ciências no mundo atual deve ser uma das prioridades de todas as escolas.

Ainda de acordo com Bizzo (2007, p.14), deve-se reconhecer também que a Ciência é diferente da disciplina de ciências. Para esse autor, a Ciência realizada em laboratório de investigação científica requer um conjunto de procedimentos e atitudes diferentes do que acontecem em sala de aula. Tal diferenciação ocorre em função de de que no laboratório de investigação espera-se encontrar resultados inéditos, que expliquem fenômenos. Em sala de aula o objetivo é alcançar resultados esperados, que servirão para compreensão e (ou) conhecimento de determinado conceito ou conteúdo.

O ensino de Ciências entre outras coisas, deve contribuir para criar no aluno competências e habilidades que permitam ao educando compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade (PCN, 1999, p.107).

Conferir aos alunos competências, despertar habilidades e ao mesmo tempo ensinar Biologia de maneira que os alunos se apaixonem pela disciplina é tarefa que requer um grande empenho.

A implementação de aulas experimentais no currículo das escolas traz consigo todas as prerrogativas procuradas pelos professores, a de fazer uma aula interessante e que prenda a atenção dos alunos.

Devido às necessidades de implementar uma prática educativa eficaz, que preencha as justificativas apresentadas neste trabalho, observa-se a necessidade de trabalhar a disciplina Biologia com aulas experimentais. Estas permitem relacionar

os fatos às soluções de problemas, dando oportunidades aos alunos de identificar questões que em aulas teóricas seria impossível fazê-las, estimulando ao mundo científico com enfoque na Alfabetização Científica, na promoção do desenvolvimento do ser humano de maneira global, bem como oportunizando uma aula aprazível, motivadora.

Chassot (2014) menciona que se viu “professor alfabetizador científico a fim de educar homens e mulheres que pudessem melhor entender a Ciência que é usada para descrever o mundo, vivendo-a melhor e fazendo um mundo melhor com a Ciência, focando não apenas o entendimento do mundo em que vivem, mas possibilitando sua mudança, com vistas a melhorá-lo” (CHASSOT, 2014, p.45-47).

A ideia de alfabetizar cientificamente deve estar presente em nossas aulas, trabalhando na promoção de indivíduos que aprendam Ciência e saibam o que fazer com o conhecimento aprendido no seu dia a dia.

Comungo com Chassot (2014, p.51) e me solidarizo com a ideia de que "a Alfabetização Científica pode ser a descoberta da panela de ouro escondida na ponta do arco-íris no que se remete aos desafios oriundos da educação".

As aulas experimentais vêm corroborar com tal perspectiva, no sentido de que o ensino de Biologia/Ciências somente se realiza quando a teoria aprendida se torna conhecimento vivenciado após a reflexão da prática vivenciada, permitindo que o conhecimento científico seja elaborado, contribuindo no processo de construção do ensino-aprendizagem e vinculando teoria e prática.

## 4 PERCURSO METODOLÓGICO

O percurso metodológico compreende duas etapas:

- a elaboração do produto;
- o teste.

A elaboração do produto consiste numa sequência didática que se baseia em roteiros desenvolvidos pela autora, tendo em vistas as séries específicas do Ensino Médio, à luz dos referenciais da experimentação e alfabetização.

O teste pauta-se na avaliação de questões-problemas ocorridas nas aulas experimentais, apoiando-se no método qualitativo e quantitativo, visto que ambos se sustentam. De acordo com Flick (2009), tais métodos são complementares: os quantitativos proporcionam atalhos econômicos de pesquisa para o processo de geração de dados e o qualitativo, respostas científicas.

Conforme Flick (2009), há variadas maneiras de unir os métodos quantitativo e qualitativo, e a união deles pode ser dada de diversas maneiras com a finalidade de planejar o estudo em questão.

Neste trabalho o enfoque dos processos será realizado concomitantemente à análise de dados. Segundo Miles e Huberman (1984), as metodologias abordadas paralelamente permitem uma observação contínua do processo.

### 4.1 PESQUISA QUANTITATIVA NO ENSINO

Para Moreira (2011), a pesquisa quantitativa explora os fenômenos de interesse da pesquisa por meio de experimentos, sendo constituída por medições objetivas e análises quantitativas. Tais experimentos sofrem ação de variáveis dependentes e independente, que, segundo Best (1970, p.143), assim se define:

Na pesquisa educacional, uma variável independente pode ser um certo método de ensino, um tipo de material instrucional, uma recompensa, um período de exposição a uma certa condição. A variável dependente pode ser o escore do teste, o número de erros, ou o tempo gasto para executar uma tarefa. Portanto, as variáveis dependentes são mudanças medidas no desempenho dos alunos atribuíveis à influência das variáveis independentes.

Observando os conceitos pode-se constatar a aplicabilidade de tal método na pesquisa em questão, pois, ao aplicar um método de ensino, no caso uma aula prática experimental, pode-se verificar o número de acertos por meio da solução da questão-problema abordada como um ponto de sustentação e verificação do aprendizado, representado nesse momento da pesquisa em número, ou seja, quantos alunos conseguem responder de maneira correta tais questões-problemas antes e após a aula experimental.

## 4.2 PESQUISA QUALITATIVA NO ENSINO

Eisner (1981) destaca que qualquer enfoque de pesquisa deve salientar a qualidade dela, e, conforme Moreira (2011), esta pode ser enfocada em várias vertentes, como pesquisa etnográfica, participativa, observacional, estudo de caso, fenomenológica construtivista, interpretativa, antropológica cognitiva.

Todos esses enfoques podem ser convertidos somente na expressão qualitativa, ou ainda somente interpretativa, pois se torna mais abrangente no sentido de que enfoca o objetivo da pesquisa, atribuindo representatividade às situações pesquisadas dentro de um contexto e como tais dados se mostram ao pesquisador (ERICKSON, 1986).

A pesquisa qualitativa interpretativa se relaciona com o registro de eventos na obtenção de dados, transformando e fazendo asserções; porém, tais aspectos diferem dos quantitativos na natureza dos procedimentos. No âmbito que o investigador qualitativo analisa interagindo, inclusive em seu ambiente, dentro de um enfoque, registrando de maneira meticulosa todos os fatos, recolhendo e analisando todos os tipos de documentos, ocupando-se de análise que se distancia da quantitativa, mas objetiva detalhes que definem cada grupo de pesquisa, observando o que se torna particular a cada um dos grupos e o que é comum a outros (MOREIRA, 2011).

Ainda segundo Moreira (2011, p.50):

O pesquisador usando o método qualitativo também transforma dados eventualmente faz uso de sumários, classificações e tabelas, mas a estatística que usa é predominantemente descritiva. Ele não está preocupado em fazer inferências estatística, seu enfoque é descritivo e interpretativo ao

invés de explanatório ou preditivo. Interpretação dos dados é o aspecto crucial do domínio metodológico da pesquisa qualitativa. Interpretação do ponto de vista de significados. Significados do pesquisador e significados dos sujeitos.

Destinada a transmitir aspectos claros sobre o conhecimento produzido na pesquisa, a pesquisa qualitativa faz uso de narrativas, concentrando-se não somente nos procedimentos, mas também nos resultados; está assim vinculada às interpretações do pesquisador, e estas somente terão validade para o leitor se ele concordar com suas interpretações, por isso o pesquisador enriquece sua pesquisa com trechos de entrevistas, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários interpretativos, na busca de enriquecer seu trabalho e persuadir o leitor (MOREIRA, 2011, p.6).

Nessa perspectiva de trabalho, a validade da pesquisa qualitativa não é medida por um determinado método preestabelecido, mas sim por sua credibilidade. (EISNER, 1981, p.6).

#### 4.3 COMPATIBILIDADE ENTRE PESQUISA QUANTITATIVA E QUALITATIVA

A pesquisa quantitativa está focada em mensurar o número de acertos, de procedimento corretos ou errados após uma determinada pesquisa; já a qualitativa se preocupa com as questões implícitas dentro de uma resposta, por exemplo.

A união dos métodos qualitativo e quantitativo é defendida pelos pragmatistas, que mencionam que tais métodos podem ser mesclados na busca de uma pesquisa de qualidade e consideram que quando usados separadamente emitem diferentes informações, porém quando juntos, métodos quantitativos e qualitativos podem triangular, isto é, usar diferentes métodos para avaliar a robustez ou estabilidade dos resultados, e quando ambos fornecem resultados parecidos relatam a situação pesquisada de maneira eficaz (FIRESTONE, 1987).

Essa defesa mostra a importância do uso conjugado desses dois métodos, pois um pode subsidiar ao outro na elaboração de um resultado eficaz na interpretação de uma determinada pesquisa.

Ainda Miles e Huberman (1984, p.20 e 21) argumentam sobre a alta frequência na utilização desses dois métodos, afirmando que cada vez mais eles serão empregados em concomitância, apesar de a análise qualitativa estar em ascensão. Isso porque o método qualitativo pode ser passível de interpretação humana, podendo nesse momento ser amparado por uma análise quantitativa, que adota ideias positivistas e são úteis em alguns aspectos justamente por assim ser, produzem interpretação e entendimento de maneira exata.

Tais argumentos norteiam esta pesquisa, que visa abordar os procedimentos dos dois métodos de análise, identificando em porcentagens o número de respostas certas ou erradas sobre a problematização empregada na forma de questão-problema (análise quantitativa) e também a interpretação das respostas em nível qualitativo, verificando as inserções referentes ao aprendizado adquirido na observação da aula experimental, diferenciando as respostas antes e após ao processo observado.

Além de abordar os dois métodos de análise, também será avaliado antes e depois o processo experimental trabalhado na aula de laboratório. Com isso, visa-se observar a melhoria das respostas e o nível de acertos (processo qualiquantitativo).

Ainda para Flick (2009), os métodos qualitativos e quantitativos podem ser associados de diferentes maneiras, sendo que uma análise pode dar subsídios para sustentação da outra.

#### 4.4 AVALIAÇÃO DA PESQUISA NO ENFOQUE QUALITATIVO E QUANTITATIVO

Ao abordar uma análise quali-quantitativa, na avaliação da pesquisa, optou-se por realizar questões-problemas que serão aplicadas antes e depois da aula prática experimental.

Assim, antes da aula o aluno responderá tais questões sem ao menos saber o tema da aula, para que não induza a resposta, e após a aula laboratorial haverá nova avaliação das respostas. A avaliação será realizada enfocando o número de respostas e a qualidade destas.

Antes da aula, avaliam-se o número de alunos que responderam às questões e a forma como as responderam; após a aula será efetuado o mesmo processo, assim

poderão ser elaborados gráficos que permitirão observar com maior clareza a frequência dos acertos em porcentagens e a qualidade das respostas antes e após a aula.

A avaliação quantitativa de tais questões se refere às porcentagens das respostas e a qualitativa diz respeito à melhoria delas, de maneira a demonstrar como esses alunos aprenderam mais, ao se verificar maior porcentagem de acertos e melhoria das respostas após a aula experimental.

## 4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA AULA

### 4.5.1 Materiais e métodos

Apresenta-se a seguir uma descrição do laboratório e dos procedimentos abordados nas experimentações, a fim de elucidar o trabalho.

### 4.5.2 Descrição do laboratório

O laboratório de Biologia onde ocorreram as aulas experimentais consta de:

- Oito bancadas que comportam de 4 a 5 alunos cada.
- Locais específicos para:
- acomodação dos alunos (indicados por número);
- organização de materiais particulares como mochila, bolsas etc.;
- adquirirem seus roteiros e relatórios;
- alojar vidrarias, bicos de Bunsen, lamparinas, telas de amianto, cadinho, tubos de ensaio, lâminas, lamínulas, vidro relógio, estojos biológicos, pissete, pipeta, pegadores de madeira, estantes para sustentar tubos de ensaio, balão volumétrico, termômetro, balança digital, funil, erlemeyer, béquer, alimentos para as aulas, maquetes, reagentes e produtos químicos em geral;

- alojar microscópios ópticos (40 unidades), microscópios estereoscópicos (lupas = 10 unidades), lupas de mão;
- organizar espécimes de seres vivos fixados em formol, animais taxidermizados, insetários, terrários, aquários;
- Extintor de incêndio;
- Luz indicando entrada e saída do ambiente;
- Luz reserva (gerador);
- Quadro branco;
- Datashow e projetor;
- Software de identificação de doenças genéticas;
- Microscópio com luz polarizada e câmera digital de alta definição para visualização de estruturas microscópicas e projeção dela pelo Datashow;
- Armário do professor laboratorista;
- Cada bancada contém um armário, de uso dos alunos com materiais disponíveis para as aulas experimentais, como estojo biológico (contendo os itens necessários para confecção de lâminas, assim como pipeta, pinça), pissete com álcool e flanela para limpeza após as aulas, microscópios.

#### 4.5.3 Procedimentos metodológicos adotados no decorrer da aula experimental

O trabalho foi realizado em sete aulas experimentais, sendo que cada aula foi trabalhada com uma turma, totalizando sete turmas, cada turma era composta por 40 alunos, sendo três de 1.º Ano, duas de 2.º Ano e duas de 3.º Ano, do Ensino Médio (280 alunos); as aulas experimentais foram realizadas no segundo semestre de um Colégio do Estado do Paraná, localizado na região central de Curitiba.

No início da aula, antes mesmo de o aluno saber qual a temática a ser trabalhada, faz-se a pergunta denominada questão-problema.

A questão-problema é uma problematização que relaciona o tema da aula com uma situação maior, mais ampla existente na vida, no cotidiano, o que possibilita ao aluno raciocinar e relacionar os processos observados e verificados na aula experimental com questões presentes no seu dia a dia, fazendo do aluno um construtor



do conhecimento, visto que o processo de entendimento e a correlação de fatos foram interpretados por ele.

A resposta é realizada por bancada em uma folha, ou seja, cada bancada (quatro ou cinco alunos) responderá em uma folha, e somente essas folhas é que serão recolhidas e analisadas.

Em seguida eles recebem o roteiro e o relatório, iniciando com a exposição teórica do professor (visto previamente na aula de teoria).

O roteiro consta de: referencial teórico (introdução), objetivo, materiais e métodos (procedimentos).

O referencial teórico aborda os conteúdos conceituais e a exposição do acervo presente no laboratório, o que possibilita aos alunos a visualização de exemplares (espécimes fixados em formol, por exemplo), estabelecendo uma relação da teoria com tais visualizações.

Após a explanação teórica, aborda-se o objetivo, bem como os procedimentos práticos metodológicos para realização da experimentação.

A experimentação é realizada, e nela ocorre a possibilidade de o aluno construir seu experimento, tocando nos materiais, observando os processos e levantando suas hipóteses sobre eles, contemplando a investigação e construção do conhecimento.

Nesse momento o professor segue como orientador dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Ao instigar o desenvolvimento de habilidades cognitivas, assim como do raciocínio, desperta no aluno o pensamento científico, promovendo a aquisição dos conteúdos procedimentais.

Ademais, promove as atitudes de cooperação, divisão de trabalho, organização, limpeza e atitudes de conduta científica perante seus procedimentos, contribuindo na promoção dos conteúdos atitudinais.

Por fim a aquisição de conteúdos em si, promovendo a construção dos conteúdos conceituais.

Unindo tais conteúdos, formaliza o pensamento científico, formado a partir do raciocínio científico.

No final da aula o professor repete a questão-problema realizada no início, entregando a mesma folha respondida no início da aula, para que os alunos verifiquem

seus progressos e respondam novamente, porém agora com novos olhares, dotados do conhecimento construído após a observação da aula.

Mediante a análise dessas respostas da problematização fornecida pela questão-problema, será realizada a avaliação da aula experimental a fim de verificar se houve a promoção da alfabetização científica, visto que as perguntas realizadas focavam questões sociais, ambientais vivenciadas por todos, todos os dias, como alimentação, doenças, entre outras.

Abordando uma perspectiva de trabalho quantitativo e qualitativo, será também observado o número de alunos que acertaram, assim como o aperfeiçoamento das respostas antes e depois do procedimento.

Os conteúdos abordados e as séries são elencados e descritos a seguir:

- 1.º ano:
  - 1.ª aula: Tema – Identificação de nutrientes nos alimentos.
  - 2.ª aula: Tema – pH das substâncias biológicas.
  
- 2.º ano:
  - 1.ª aula: Tema – Atuação de micro-organismos no cotidiano – Fermentação.
  - 2.ª aula: Tema – Fermentação láctica, alcoólica e acética.
  - 3.ª aula: Tema – Meio de cultura e fungos fitopatogênicos.
  
- 3.º ano:
  - 1.ª aula: Tema – Síndromes Cromossômicas.
  - 2.ª aula: Tema – Cromatina sexual.

#### 4.5.4 Procedimentos metodológicos adotados no decorrer das aulas experimentais e discussões de interpretações

As referidas aulas descritas a seguir foram elaboradas pela autora e irão constituir o produto oriundo dessa dissertação.

**1.º ano – 1.ª aula****Tema: Identificação de nutrientes nos alimentos.**

Aborda-se a identificação de nutrientes em alguns alimentos, analisando a detecção de carboidratos, proteínas e açúcares em alguns tipos de alimentos.

Para identificar carboidrato, utiliza-se lugol, sendo que a presença deste torna o alimento preto.

Para identificação de açúcar, utiliza-se o reativo Benedict, sendo que sua detecção torna o alimento amarelo-esverdeado.

Para identificar proteínas, utiliza-se o reativo de Biureto, sendo que sua presença torna o alimento roxo.

Os alimentos são verificados e observados, sendo que cada bancada possui seus reagentes, alimentos e descrição dos procedimentos a serem adotados.

Todos os alunos trabalham na experimentação, gotejando os reagentes e observando os resultados.

Tais procedimentos parecem simples, mas possibilitam a verificação de alguns elementos nos variados tipos de alimentos.

Após verificar os componentes presentes em cada alimento, consegue-se verificar também qual alimento possui mais açúcar, carboidrato ou proteína em comparação a outro.

Essas verificações possibilitam ao professor coordenar uma série de investigações, tais como: o motivo pelo qual uma pessoa ao fazer dieta deve priorizar determinados grupos alimentares, ou ainda por que atletas (halterofilistas) consomem mais proteína, e assim vinculam sua alimentação à maior ingestão de ovo, carne e queijo, do que à de pão, arroz.

Os alunos devem conseguir assim diferenciá-los dos atletas que necessitam maiores quantidades de energia para corrida ou qualquer outra modalidade de esporte, sabendo mencionar quais alimentos devem ser priorizados, e ainda entender os alimentos que podem ser consumidos nas dietas da proteína.

Foi realizado um teste em especial que se relaciona à questão-problema abordada no início da aula sobre a alimentação de diabéticos com arroz polido (arroz branco) e o

arroz integral. Por que alguns médicos e nutricionistas têm indicado arroz integral para pacientes com diabetes?

No momento da análise os alunos ficaram impressionados com o resultado e começaram a formular as hipóteses sobre tal processo.

No momento de elaboração das hipóteses, o professor coordena as ideias para conseguir que interpretem melhor e consigam concluir.

Alguns questionamentos foram feitos para que eles raciocinassem sobre o processo que estavam observando.

Alguns alunos falaram que havia menos carboidrato no arroz integral do que no arroz branco, visto que este corou mais.

A indagação feita pela professora foi para pensarem se os dois são o mesmo tipo de arroz.

Eles responderam que sim, mas com diferença da casca presente no arroz integral e ausente no arroz branco polido.

A indagação por parte da professora continua abordando o método por investigação, com o objetivo de estimulá-los a raciocinarem na interpretação das informações que eles já contêm.

Conseguem com isso gradativamente chegar mais perto de interpretações melhores acerca do resultado obtido e da problematização sugerida como questão-problema no início da aula.

Outros testes foram realizados durante a aula e muitas outras hipóteses sobre os resultados foram levantadas.

Possibilitar que os alunos observem a existência de carboidrato nos alimentos é diferente de somente informar sobre a existência dele.

A aprendizagem se torna mais eficaz quando tais procedimentos são abordados, pois ao contrário de os alunos serem somente informados, eles participam do processo levantando suas interpretações, hipóteses, reelaborando-as pela coordenação do professor e resolvendo questões-problema, sendo um processo ativo, participativo, interpretativo, assim denominado investigativo.

A seguir apresenta-se a imagem dos testes realizados na identificação de glicose (açúcar) e de proteínas nos alimentos, tendo como reativo benedict e biureto

Notam-se as diferentes colorações obtidas proporcionando diversas observações e interpretações.

O quinto e o sexto tubo sofreram a mesma análise; ovo e leite foram testados para o reativo de biureto, detecção de proteínas.



O resultado observado entre esses dois tubos mostra a presença de mais proteína no 5.º tubo do que no 6.º (contando da esquerda para a direita), indicando que o ovo contém mais proteína do que o leite. As indagações são diversas e necessárias no aprendizado, mesmo que às vezes errôneas, pois elas poderão conduzir a interpretações corretas.

### **1.º ano – 2.ª aula**

#### **Tema: pH das substâncias biológicas.**

A referida aula aborda a medição de pH das substâncias biológicas e estimula o aprendizado de percepção do funcionamento dos organismos e das reações que nele se processam e a interferência do pH nessas reações.

Todos os alunos puderam medir as diferentes substâncias presentes nas bancadas, sendo que cada bancada possuía seus próprios materiais.

Ao observar os diferentes pH, os alunos eram indagados sobre a efetividade e importância deles nas reações do organismo.

Várias observações somente comprovaram o esperado; porém quando observaram o pH do ácido clorídrico, o ácido do estômago e o hidróxido de magnésio (popularmente conhecido como leite de magnésio), utilizado como antiácido, deparamo-nos com a problematização da aula e todos começaram a levantar hipóteses sobre o motivo de utilizá-lo em azias e queimações estomacais. Tais hipóteses foram aguçadas pelo professor, que indagou sobre os seus valores, sendo que a medição do pH do ácido clorídrico forneceu um resultado de 2 ou 2,5, sendo que nesse momento eles fizeram abordagens sobre esse ácido estar presente dentro do nosso organismo, visto que é muito ácido (isso dito por eles), e a medição do leite de magnésio indicou um pH em torno de 10.

Todos os alunos mediram e não duvidaram de tais valores, pois eles realizaram tais procedimentos.

Esses valores foram utilizados pela professora para que pudessem relacioná-los e interpretar os resultados auxiliando na problematização de maneira mais eficaz e completa do que somente dizer que o antiácido neutraliza o ácido do estômago.

Outro experimento abordado foi a reação de desnaturação da proteína do ovo, quando adicionamos clara de ovo e ácido clorídrico.

No momento da adição, ocorreu a desnaturação da proteína da clara do ovo e ela gelatinizou instantaneamente, provocando uma impressão nos alunos que começaram a indagar sobre o fenômeno ocorrido.

Seguindo a orientação da professora que instigou a interpretação do processo, alguns alunos começaram a comentar que deveria ser pela diferença grande de pH.

Em seguida todos concordaram que a diferença de pH poderia mudar a estrutura do componente e assim a discussão seguiu com a coordenação da professora até que os alunos atingissem ideias novas e correlacionassem o processo a teoria de desnaturação.

O diálogo foi intenso e produtivo, assim como o fizeram ao verificar que algumas substâncias são ácidas e por isso quando estamos com queimação, ou azia, não devemos ingeri-las, visto que elas agravarão o quadro.

**2.º ano – 1.ª aula****Tema: Atuação de micro-organismos no cotidiano – Fermentação.**

Na introdução aborda-se a atuação dos fungos nos mais variados processos da natureza, na alimentação, na indústria farmacêutica.

Após toda introdução, passa-se para o momento da observação dos exemplares citados e do processo experimental em que os alunos preparam seus experimentos, selecionam os materiais que serão utilizados e adicionam os reagentes.

Todos observam os processos de fermentação, para no final da aula discutirem, por qual motivo um procedimento ocorreu de maneira positiva ou não, como as variáveis interferiram no processo de fermentação, como a temperatura, ausência de açúcar, ausência de água.

Nesse momento consegue-se relacionar as necessidades nutricionais dos fungos e correlacionar a prevenção de doenças fúngicas.

Ao observar os tubos, verifica-se o tipo da reação ocorrida, a fim de proceder à análise e emitir um parecer justificando diferentes resultados; pode-se também perceber um odor característico saindo no momento da experimentação, que leva a outras indagações.

Tal descoberta, observada durante a realização do experimento, nos fornece subsídios para inferir a respeito de conhecimentos adquiridos e indagar os alunos sobre a compreensão de conhecimentos corriqueiros, que acontecem fora dos muros da escola, aproximando-os das questões cotidianas.

Induzindo a resolução de questões e problemas com facilidade e raciocínio, visto que todo caminho de construção de conteúdos – observação, interpretação dos dados e correlação com o mundo – já foi previamente ofertado, dentro de todo esse processo experimental.

Após o decorrer da aula os alunos responderam novamente à questão-problema, avaliada posteriormente.

O propósito maior de tudo isso é que eles se tornem cidadãos capazes de se manifestarem em conversas, tomar atitudes positivas diante de situações que envolvam ciência-tecnologia-sociedade, fazendo da ciência uma aliada e contribuindo de maneira eficaz na Alfabetização Científica (CHASSOT, 2003).

**2.º ano – 2.ª aula****Tema: Fermentação láctica, alcoólica e acética.**

Nessa aula explicam-se os processos de fermentação alcoólica, acética e láctica, assim como a participação de fungos e bactérias nos referidos processos e os produtos oriundos deles.

Faz-se menção também a tais processos no organismo humano, como a fermentação láctica que ocorre em atividades físicas intensas, produzindo câimbras pela presença do ácido láctico depositado nos músculos. Aborda-se nesse momento a importância do alongamento nas academias, o que faz com que o ácido láctico evapore diminuindo as dores ocasionadas pela sua deposição, e se menciona também a ingestão de alimentos ricos em potássio, como a banana, que atuará no processo de contração muscular, amenizando e até eliminando as câimbras.

Nesse momento os alunos recebem as instruções dos procedimentos a serem adotados na aula e seguem com os mesmos na fabricação de vinagre, abordando a fermentação alcoólica, seguida da acética no processo, assim como os fungos envolvidos no primeiro processo e as bactérias no segundo processo e liberação de energia; a produção de picles abordando a fermentação acética, partindo do princípio que foi adicionado vinagre no processo, ou seja, adicionamos acetobacter, bactérias responsáveis pela fermentação acética e a fermentação láctica na produção de iogurte, abordando as bactérias envolvidas no processo.

Foi informado também que após a finalização dos processos os alunos poderiam degustar tais produtos.

Após o decorrer da aula, é ofertada aos alunos, posicionados na bancada, a folha de resposta para a questão-problema ser novamente respondida, que seria avaliada posteriormente.

**2.º ano – 3.ª aula****Tema: Cultivo e observação de micro-organismos e fungos fitopatogênicos.**

A referida aula consta na preparação de meios de cultura pelos alunos, para isso o professor explica o que é e para que serve um meio de cultura.



Nessa aula também ocorrerá a observação dos fungos fitopatogênicos cedidos pela Embrapa Floresta, especializada no trabalho com fungos fitopagênicos destinados ao controle biológico.

Para melhor entendimento, o professor mostra as placas com tais fungos e demonstra algumas placas onde uns fungos fitopatogênicos atuam como controle biológico para outros fungos fitopatogênicos. Essa abordagem conduz os alunos a questionarem sobre o que é um fungo fitopatogênico e como podem atuar no controle biológico e o que é tal controle.

Outro enfoque importante dessa aula foi a observação das placas de petri contaminadas pelos próprios alunos; dessa forma, eles atuam na construção do meio, contaminação e observação dos micro-organismos que cresceram (levando para isso o tempo de 15 dias no mínimo; tal período foi utilizado para confecção, esterilização, inoculação, desenvolvimento dos micro-organismos e observação).

Considera-se de fundamental importância esse envolvimento dos alunos no trajeto de todo processo, desde a confecção do meio até a observação dos micro-organismos que proliferaram em tais meios, não somente para o processo de envolvimento do trabalho que está sendo realizado, mas também para a compreensão do desenvolvimento bacteriano e fúngico, assim como o entendimento da contaminação dele, no ambiente como um todo (aquático, aéreo, terrestre), compreendendo que não há ambiente estéril. Os alunos podem, assim, inferir a necessidade de esterilização em equipamentos hospitalares, cirúrgicos, alimentos industrializados minimizando o processo de contaminação que pode ocasionar infecção hospitalar, alimentar.

Tais entendimentos são vistos como necessários para um futuro profissional da área da saúde ou até mesmo ao adotar medidas adequadas de armazenamento de alimentos acondicionando em geladeira etc. correlacionando tais processos à conservação da vida, pois conseguiram visualizar a presença desses micro-organismos (fungos e bactérias) em todas as partes do ambiente do qual também fazemos parte.

Essa concepção de ensino-aprendizagem é defendida por Chassot (2014), que menciona a necessidade de ensinar Ciências a fim de formar cidadãos autônomos, críticos e responsáveis, dotados da capacidade de ler o mundo e decodificá-lo de maneira melhor, não adotando uma posição de detentora da verdade, mas possibilitando indagações, levando a uma educação sem restrições de verdades,

possibilitando a construção do conhecimento, em que há relação e envolvimento de todos no processo, tornando assim o ensino mais politizado e promotor da alfabetização científica.

### **3.º ano – 1.ª aula**

#### **Tema: Síndromes cromossômicas.**

A abordagem da aula foi focada na identificação de doenças genéticas a partir de lâminas com sangue de pacientes portadores de síndromes. Esses materiais foram doados pela Clínica Genética (localizada em Curitiba).

Cada mesa recebeu uma lâmina e a descrição clínica do paciente, então eles deveriam localizar os cromossomos, desenhar o campo de visão observada, com a figura do cariótipo ao lado e a descrição das características de cada paciente, deveriam identificar as síndromes.

O trabalho foi realizado nas bancadas; em cada bancada havia uma lâmina com os cromossomos a ser focalizada, observada, desenhada e assim deveriam relacionar ao cariótipo do lado, observando número de cromossomos, par sexual, características do paciente e então descrever o laudo do paciente.

Como já descrito, no laboratório onde o trabalho se realizou há oito mesas (bancadas) e cada aluno tem o seu lugar preestabelecido, então a dinâmica da aula deverá ser conduzida da seguinte maneira: os alunos começam o trabalho pela sua bancada já preestabelecida, após conseguirem verificar os cromossomos, observá-los, desenhá-los e correlacioná-los ao cariótipo do lado e posteriormente emitir o laudo, deverão então seguir para a próxima mesa, sendo que os alunos da mesa 1 passam para 2, os alunos da mesa 2 passam para 3, os alunos da mesa 3 passam para 4 e assim sucessivamente até chegarem à mesa 8, que passam para mesa 1.

Ao final da observação, os alunos conseguiram observar e identificar oito síndromes diferentes, e emitir o laudo.

No decorrer da aula pode-se observar o quão motivados os alunos se mantêm, e alguns chegam a afirmar que querem seguir o ramo da citogenética; um deles antes pensava em fazer jornalismo, mas agora se descobriu geneticista.

O objetivo foi o de estimular o pensamento científico, raciocínio e interpretações de situações aqui colocadas como identificação de doenças genéticas e também o de despertar os alunos para uma possível profissão, para que eles se posicionam autonomamente nas suas escolhas.

Além de despertar o pensamento científico, ao se posicionarem como pesquisadores ao colocarem as lâminas nos microscópios, ao manusearem corretamente o aparelho, ao conseguirem mudar as objetivas e ao procurarem por um campo de visão que contemplasse cromossomos agrupados de uma forma que possibilitasse sua identificação, transpõem-se para esses alunos conteúdos conceituais e procedimentais, pois abordam a teoria e os mecanismos adequados de manuseios nos aparelhos com a interpretação da teoria fornecida na produção de um laudo.

Essas descrições dependem de conhecimento teórico (por exemplo, 47, XXY para Klinefelter ou 46, XX+21 para uma menina portadora da Síndrome de Down) e correlação dos cromossomos vistos no microscópio com a figura do cariótipo ilustrada ao lado e, assim, com auxílio das características fornecidas sobre o paciente os alunos conseguem fornecer o laudo. Esses conhecimentos teóricos foram reelaborados e ao serem novamente transmitidos conferem um conteúdo conceitual abordado de maneira eficaz, assim como o conteúdo procedimental envolveu os métodos utilizados para uma boa focalização das lâminas no microscópio, aumento de objetivas, postura de cientista que analisa todas as informações para fornecer sua interpretação passível de diálogos e novas interpretações, por fim, e não menos importante, as atitudes de compartilhar a imagem, a ajuda no momento de focalização, as ideias de organização e valores que são adotados durante as aulas experimentais focalizam e proporcionam o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, formando assim o necessário para o desenvolvimento do conhecimento científico.

Ao finalizar, pode-se dizer que os alunos conseguiram entender os métodos necessários para o diagnóstico completo de síndrome genética e conseguirão se posicionar perante a sociedade se em algum momento houver uma discussão sobre crianças portadoras de síndromes, diagnósticos de síndromes, enfim entendendo as tecnologias nas interpretações de questões e podendo correlacioná-las no dia a dia, promovendo a Alfabetização Científica.

**3.º ano – 2.ª aula****Tema: Corpúsculo de Barr/Cromatina sexual.**

A proposta da aula consiste na análise de uma questão-problema que enfoca o sexo genético, que pode às vezes em algumas disfunções diferir do sexo aparente.

Tal situação foi notícia de jornais e revistas sobre casos de mulheres que, aparentemente normais, descobriram que geneticamente possuem sexo oposto.

Ao se deparar com tal situação, o questionamento aborda se existe algum exame preliminar ao cariótipo que possa dar orientação e subsídio à situação.

A fim de esclarecer tal questão, foi proposta a análise da cromatina sexual através da mucosa bucal, porém como não é possível realizar com os alunos, analisamos lâminas doadas pela Clínica Genética. Em cada mesa (bancada) existia um caso a ser analisado a partir da observação da lâmina, do cariótipo ilustrado ao lado e da descrição do paciente.

A sequência de análise ocorreu com cinco amostras, e os alunos percorreram as mesas observando as lâminas com ausência ou existência de cromatina sexual, e com auxílio da descrição dos pacientes procederam à identificação das síndromes que poderiam ter, e com o auxílio da figura do cariótipo conseguiram chegar a uma conclusão.

O teste da cromatina é rápido e eficaz para detectar a presença ou ausência de cromossomos X, após determinada análise, o citogeneticista procede à procura de determinadas síndromes amparado pelo resultado de tal teste.

Após a observação das lâminas e do transcorrer da aula, os alunos entenderam o procedimento de análise e ficaram surpresos ao ver que é um teste muito fácil, rápido, seguro e que pode servir de subsídios para a identificação do sexo genético.

O entendimento do sexo genético é de fundamental importância para a compreensão de reportagens como as mencionadas na questão-problema, na qual se observa que aparentemente se tem um sexo e geneticamente outro.

Apesar de uma situação impactante, é de suma importância mostrar aos nossos alunos uma Ciência imparcial e sem mistério, possibilitando o entendimento de questões cotidianas.

## Questões-problemas abordadas nas aulas

### 1.º ano – 1.ª Aula experimental

#### Tema: Identificação de nutrientes nos alimentos.

Questões-problemas:

01. Quais os tipos de alimentos que devem ser consumidos com moderação pelos diabéticos? Por quê?

---

---

02. Um atleta deve priorizar qual tipo de alimento para ter disponível quantidade suficiente de energia para competir? Por quê?

---

---

03. Uma mulher que deseja fazer dieta, objetivando perda de massa corporal, deve se restringir de quais tipos de alimentos? Por quê?

---

---

04. Uma nutricionista receita a um diabético a substituição do arroz branco pelo arroz integral. Por qual motivo o arroz integral pode auxiliar na diminuição de glicose no sangue do diabético, auxiliando o tratamento da doença?

---

---

### 1.º ano – 2.ª Aula experimental

#### Tema: pH das substâncias biológicas.

Questões-problemas:

01. A queimação estomacal pode ser solucionada com a ingestão de um antiácido. Como isso se relaciona com o pH?

---

---

02. Um técnico que trabalha em uma indústria cervejeira observa que a reação na produção de cerveja aumenta quando ele aumenta o pH dos reagentes. A dúvida do técnico é a seguinte: será que ao aumentar o pH dos reagentes, mais rápida se processará a reação?

---

---

03. Cada região do nosso corpo possui um determinado pH. O que ocorre quando um indivíduo é vítima de um câncer bucal e o mesmo se modifica drasticamente de neutro para ácido?

---

04. Relacione a adição de limão à carne do peixe (ceviche) com o processo de pH.

---

---

## **2.º ano – 1.ª Aula experimental**

### **Tema: Atuação de micro-organismos no cotidiano – Fermentação (fungos).**

Questões-problemas:

01. Sabemos que uma questão primordial para o desenvolvimento dos fungos é uma temperatura de aproximadamente de 37°C. Por que então no inverno encontramos paredes mais emboloradas, assim como micose entre os dedos, do que no verão?

---

---

02. Por que apartamentos voltados para face norte são mais valorizados? Existe alguma relação com o ditado popular que diz: "Onde não entra sol, entra médico"?

---

---

**2.º ano – 2.ª Aula experimental****Tema: Fermentação alcoólica, láctica e acética.**

Questões-problemas:

01. Os micro-organismos estão relacionados com o processo alimentar? Se a resposta for positiva, exemplifique os processos e alimentos.

---

---

02. A fermentação láctica está presente no organismo humano?

---

---

**2.º ano – 3.ª Aula experimental****Tema: Cultivo de micro-organismos e observação de fungos fitopatogênicos.**

Questões-problemas:

01. Os fungos podem ser usados como controle biológico de outros fungos ou bactérias?

---

---

**3.º ano – 1.ª Aula experimental****Tema: Síndromes Cromossômicas.**

Questões-problemas:

01. Um casal tem uma criança com problemas repetitivos com pneumonias, déficit de crescimento, várias dificuldades em equilíbrio, tosse constante e agora apresenta um quadro de pancreatite. Desde seu nascimento, a criança é levada a médicos, que mudam os medicamentos, pedem repetitivos exames, mas nada é encontrado que defina um diagnóstico preciso. Os pais estão suspeitando de que se trata de uma doença genética hereditária, que está relacionada aos genes.

Em tal situação, como deveriam ser feitos os exames para comprovar o diagnóstico da criança?

---

---

### **3.º ano – 2.ª Aula experimental**

**Tema: Corpúsculo de Barr/Cromatina sexual.**

Questões-problemas:

***Atleta sul-africana com sexo questionado é autorizada a voltar a competições – 06/07/2010***

Fonte: BBB (2010).

***Americana relata drama de descobrir na adolescência ter genética masculina – 13/10/2011***

Fonte: BBB (2011).

01. Uma atleta em 2010 foi questionada se poderia ou não competir por poder ter sexo masculino geneticamente. Como pode ser feito um exame de maneira rápida e este dar subsídio para outros exames, como o exame de cariótipo, por exemplo, e assim a comprovação do sexo masculino ou feminino?

---

---



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados observados são oriundos das questões-problemas abordadas antes e após as aulas experimentais, analisadas e organizadas em categorias e fazem parte da interpretação dos dados efetuados pela autora, no contexto da pesquisa quali-quantitativa proposta no trabalho.

### 1.º ano – 1.ª Aula experimental

**Tema: Identificação de nutrientes nos alimentos.**

Questões-problemas:

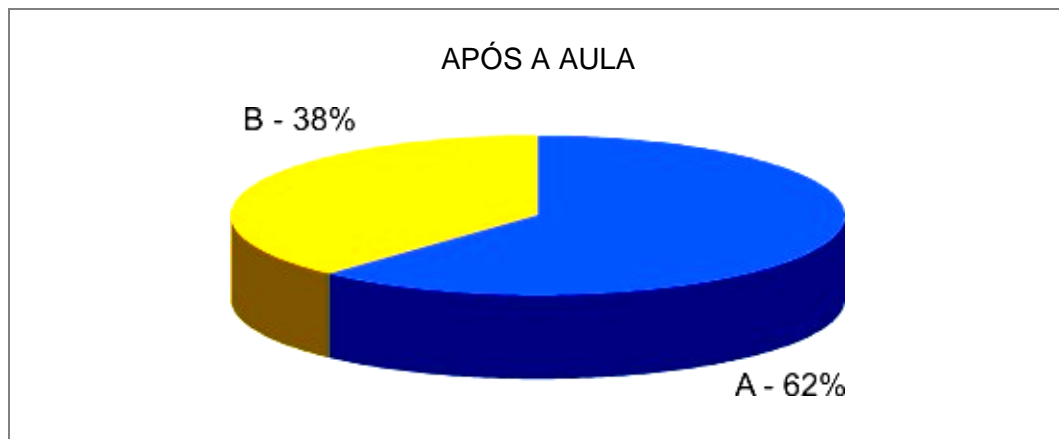
1.ª Questão-problema:

01. Quais os tipos de alimentos que devem ser consumidos com moderação pelos diabéticos? Por quê?



**Figura 1 - Análise da 1.ª questão-problema. Aula – Identificação de nutrientes (antes da aula)**

- A - Não souberam responder o tipo de alimento restrito aos diabéticos, somente mencionaram que os alimentos deveriam conter lipídeos e proteínas e em menor quantidade carboidratos;
- B - Responderam que os diabéticos não deveriam comer excesso de carboidratos e citaram somente o macarrão;
- C - Responderam que não poderiam se alimentar de proteínas somente;
- D - Mencionaram que não poderiam se alimentar de carboidratos e açúcar, porém não citaram o tipo alimentar.



**Figura 2 - Análise da 1.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Identificação de nutrientes (após a aula)**

- A - Mencionaram que devem se alimentar controladamente de carboidrato, pois este se transforma em açúcar, citam como exemplo de alimento que contém carboidrato: pão, arroz, feijão, bolacha e como exemplo de alimento que contém açúcar: mel, açúcar de adoçar os alimentos em casa (os alunos mencionaram dessa forma), mencionam que o organismo quebra o carboidrato em açúcar e este vai para o sangue;
- B - Mencionam o carboidrato, relacionam o fato dele se quebrar em partículas menores e ir para o sangue na forma de açúcar e citam como exemplo bolacha, pão e arroz branco, e relacionam tais ideias ao fato de terem visto a identificação dos nutrientes na prática quando gotejam lugol nos alimentos (pão, arroz branco, bolacha) e observaram um cor escura, segundo eles, igual ao piche. (Esse relato diferencia do anterior (A) pelo fato de mencionarem que o açúcar no sangue é orientado da quebra de carboidratos, e ainda menciona a prática como sendo positiva na apropriação de conteúdos e seu entendimento.).

### **Discussão dos Resultados**

Nessa interpretação do experimento, a diferença observada nas respostas se relaciona com a instigação da professora durante o experimento; a partir do momento em que eles iam fazendo os procedimentos e observando os resultados, a professora seguia formulando perguntas que os levassem a interpretar os procedimentos em questões relacionadas ao corpo humano, à alimentação.

Pode-se observar que antes dos experimentos cerca de 87% (somatório de A,B e C) dos alunos tinham noções sobre quais eram os componentes que os

diabéticos tinham que moderar na alimentação e 13% não sabiam responder corretamente. Dentre todos, somente 25% souberam citar o tipo de alimento.

A análise após a aula mostra que 100% dos alunos se relacionam de maneira correta mencionando quais os tipos de alimentos. Dentre esses, 62% mencionaram o carboidrato como fonte de açúcar e exemplificaram; os outros 38%, além de mencionar o carboidrato como fonte açúcar, responderam que ele se converterá em açúcar no sangue e ainda correlacionaram o aprendizado com a eficácia do experimento.

Ao interpretar corretamente a questão proposta, os alunos não somente entendem um conteúdo, mas conseguem se posicionar, se preciso, na escolha de alimentos para um diabético, sabendo correlacionar o componente carboidrato com o tipo alimentar. Segundo Chassot (2014), não se deve ensinar Ciências com o objetivo de formar cientistas, mas para que os alunos se tornem alfabetizados cientificamente, capazes de entender o mundo e saibam recodificá-lo de uma melhor maneira.

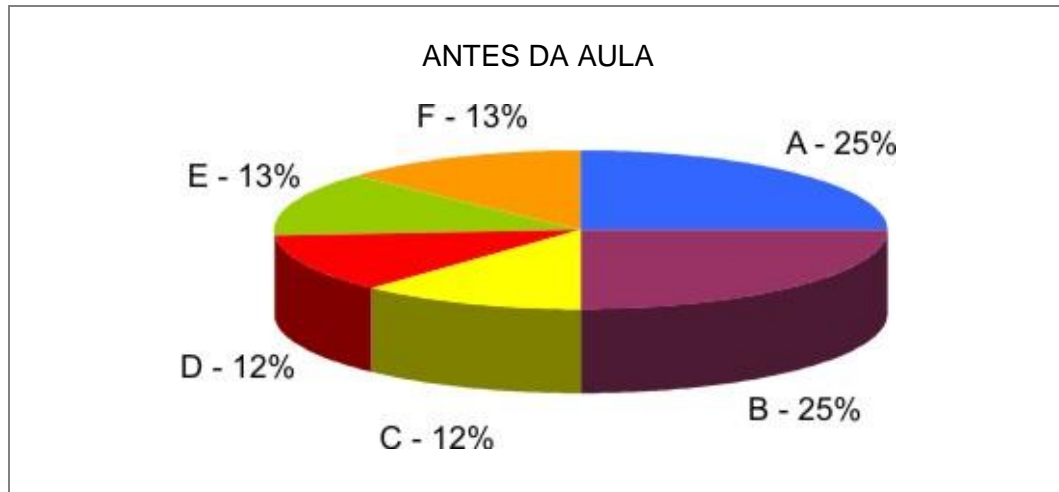
As ideias de Chassot têm a ver e muito com o processo alimentar, em que um aluno entende a composição química de alimento, a partir de teste, e sabe se posicionar no momento da compra se, por exemplo, ele tem uma disfunção como a diabetes.

O princípio proposto por Chassot se relaciona com o primeiro eixo estruturante da alfabetização científica defendida por Sasseron e Carvalho (2008) e que se relaciona à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, assim como a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo informações e situações do dia a dia.

O conteúdo conceitual abordado nessa aula experimental se relaciona ao termo carboidrato, assim como interage com a doença diabetes, muito comum em nossa sociedade. Conhecer e integrar tais termos permite ao educando um ensino que não termina quando o processo se finda, mas lhe permite que tais conhecimentos se perpetuem na vivência em sociedade.

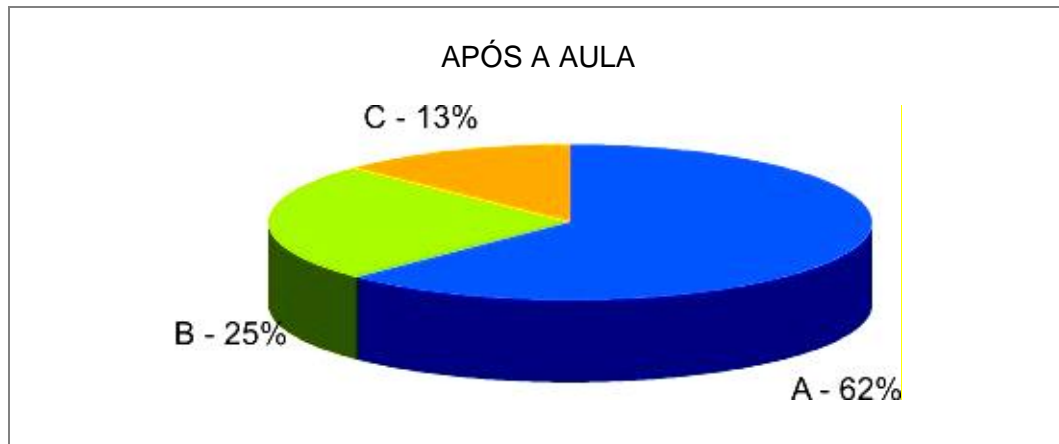
2.<sup>a</sup> Questão-problema:

02. Um atleta deve priorizar qual tipo de alimento para ter disponível quantidade suficiente de energia para competir? Por quê?



**Figura 3 - Análise da 2.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Identificação de nutrientes (antes da aula)**

- A - Responderam somente que não sabem;
- B - Responderam carboidratos e não citaram exemplos;
- C - Responderam proteínas, fibras e carboidratos em menor quantidade e não citaram exemplos;
- D - Mencionaram proteínas e carboidratos, não citaram exemplos;
- E - Responderam carboidratos e citaram pão e bolacha como exemplos;
- F - Mencionaram carboidrato para fornecer energia e proteína para reconstrução celular.



**Figura 4 - Análise da 2.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Identificação de nutrientes (após a aula)**

- A - Mencionaram que os atletas deveriam ingerir carboidratos, pois estes fornecem energia, e citaram exemplos como macarrão, arroz e pão;
- B - Responderam que deveriam ingerir carboidratos (citam bolacha, feijão, arroz, macarrão e pão) e proteínas para reconstrução muscular, porém não citam exemplos de proteína;
- C - Citaram que deve ingerir carboidrato porque este tem açúcar e fornece energia, mas não citam exemplos de alimentos.

### **Discussão dos Resultados**

A análise dessas respostas possibilita verificar a diferença elencada antes e depois da experimentação, sobre os tipos alimentares a sua funcionalidade.

Antes da aula observa-se a dificuldade que os alunos apresentam, respondendo erroneamente proteínas, fibras ou qualquer outra resposta, visto que a pergunta se referia ao atleta que necessita mais energia e não aqueles que têm como objetivo ganho de massa muscular, como alguns acabaram enfatizando quando responderam proteínas, assim como quando elencam os tipos de carboidratos. Em outros termos, às vezes os alunos sabem que os atletas devem consumir mais carboidratos para adquirir mais energia ou menos carboidratos se estiverem realizando uma dieta a fim de reduzir a massa corporal, mas não sabem ao certo quais alimentos são ricos em carboidratos ou qualquer outro componente.

Antes do experimento, cerca de 75% dos alunos se referiram ao carboidrato, porém não houve exatidão na resposta, visto que mencionaram também fibras e proteínas como exemplo. Tal porcentagem se aproxima muito da primeira questão-problema, que igualmente se relaciona com o mesmo processo de alimentação.

Após a experimentação, as porcentagens diferem, bem como a qualidade, uma vez que 100% responderam adequadamente. Dentre esses, 63% mencionaram o carboidrato e o exemplificaram em suas respostas; 25% responderam carboidratos para fornecer energia e proteínas para reconstrução muscular e exemplificaram os dois; e 13% responderam apenas carboidratos.

Fica assim clara a evolução das respostas em porcentagens e qualidade, uma vez que antes 62% responderam corretamente, e dentre esses apenas 13% responderam e exemplificaram como cobrado na pergunta e após a experimentação 100% responderam corretamente e 88% exemplificaram o tipo de alimento.

O experimento constitui uma oportunidade de os alunos interagirem com reagentes e procedimentos a serem adotados durante a utilização desses elementos, propiciando o desenvolvimento de conteúdos procedimentais, ao tomar decisões sobre a maneira e quando utilizá-lo, assim como desperta o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais ao trabalhar em equipe durante a realização da aula e na análise dos resultados; ademais aprimora os conteúdos conceituais, como mostra a análise das respostas antes e depois da experimentação.

Tais procedimentos se relacionam à alfabetização científica funcional, que, segundo Shamos (1995), acontece quando a pessoa sabe os conceitos e as ideias científicas e os utilizasse de maneira adequada para se comunicar, ler e construir significados.

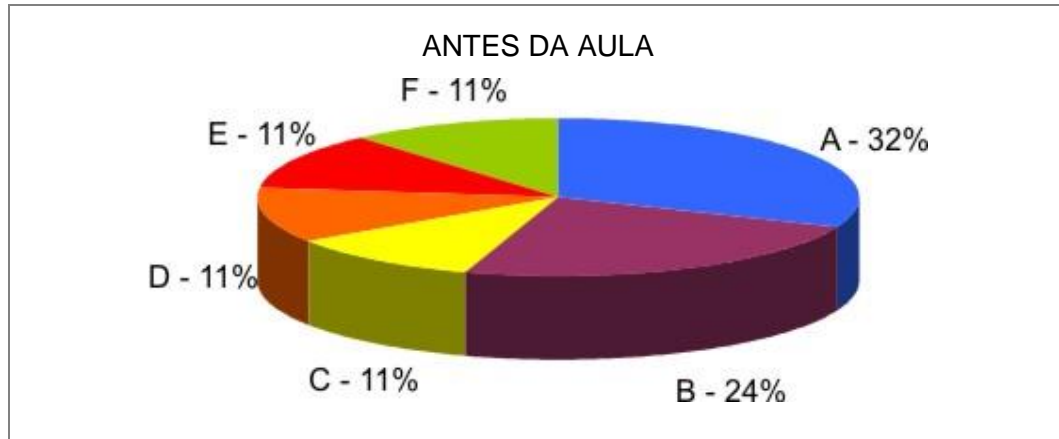
A alfabetização científica em questão contribui para que o ensino forneça mais sentido, pois não se aprendem somente os componentes químicos dos alimentos, mas se atribui um significado importante a tal aprendizado, que é direcionado à vida, às escolhas alimentares e relaciona a uma atividade física.

Chassot (2014) menciona o ensino que faz sentido para a vida, as resoluções de problemas e questões inerentes ao cotidiano.

Instigar a reflexão dos alunos sobre questões-problemas permite-lhes um aprendizado além dessas questões, induzindo a interpretação de problemas e resolução, podendo assim auxiliar na maneira de o aluno se posicionar até perante outras disciplinas, tornando-o autônomo no processo de construção do conhecimento.

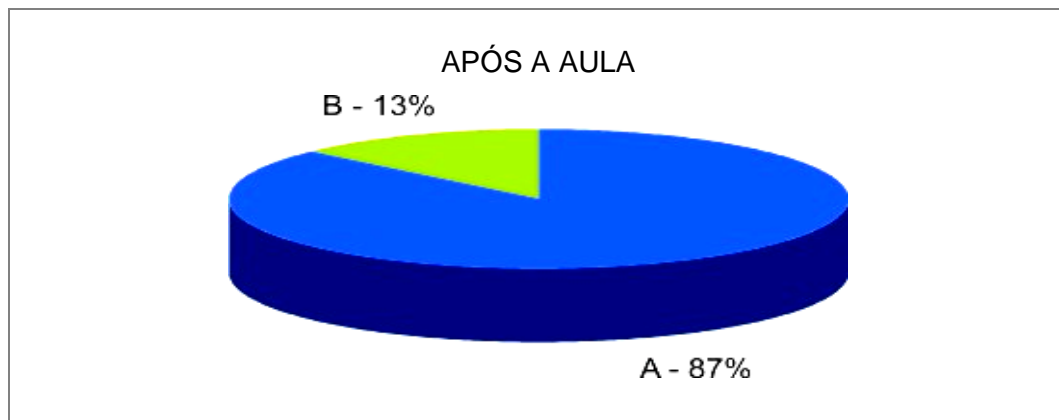
### 3.<sup>a</sup> Questão-problema:

03) Uma mulher que deseja fazer dieta, objetivando perda de massa corporal, deve se restringir de quais tipos de alimentos? Por quê?



**Figura 5 - Análise da 3.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Identificação de nutrientes (antes da aula)**

- A - Responderam alimentos que contenham carboidratos, porém não exemplificaram;
- B - Responderam que deveria diminuir a ingestão de carboidratos e lipídeos, mas não exemplificaram;
- C - Mencionaram que deveria restringir carboidratos e açúcares, mas não exemplificaram;
- D - Mencionaram que deveria diminuir a ingestão de proteína;
- E - Citaram que deveria diminuir a ingestão de alimentos calóricos.



**Figura 6 - Análise da 3.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Identificação de nutrientes (após a aula)**

- A - Mencionaram que deveria haver restrição de carboidratos (pão, macarrão, arroz, feijão) e lipídeos (gorduras, óleos, manteiga, margarina);
- B - Mencionaram que deveria haver a redução de alimentos calóricos como os carboidratos.

## **Discussão dos Resultados**

Analisando as respostas pode-se verificar que antes da aula os alunos responderam adequadamente (em 76%) sobre a redução de carboidratos para realizar uma dieta de redução de massa corporal, porém não exemplificaram; em contrapartida 24% responderam de maneira inadequada, sendo que destes 12% responderam errado ao mencionar proteína e 12% responderam, simplesmente, ao se referir a alimentos calóricos, sendo um tanto óbvio para o questionamento e pela resposta esperada.

Após a aula, constataram-se 87% de respostas adequadas, visto que os alunos, além de responderem adequadamente incluíram conceitos e exemplos; portanto, a qualidade melhorou, pois se referiram à redução de carboidratos e lipídeos para uma dieta de perda de massa corporal, assim como exemplificaram cada um desses grupos alimentares.

Ao se deparar com tais respostas, pode-se observar uma melhoria na quantidade de acertos e na qualidade das respostas, o que, segundo Bybee (1997), pode tornar o aluno capaz de definir termos científicos e correlacioná-los à resolução de questões inerentes ao seu cotidiano.

Para Pozo e Crespo (2009), quando os conteúdos procedimentais se tornam mais compreensíveis e os conteúdos conceituais contribuem para uma melhor leitura da realidade, efetiva-se a alfabetização científica e promove-se com a interação dos alunos nos experimentos o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais.



4.<sup>a</sup> Questão-problema:

04. Uma nutricionista receita a um diabético a substituição do arroz branco pelo arroz integral. Por qual motivo o arroz integral pode auxiliar na diminuição de glicose no sangue do diabético e assim melhorar a doença?

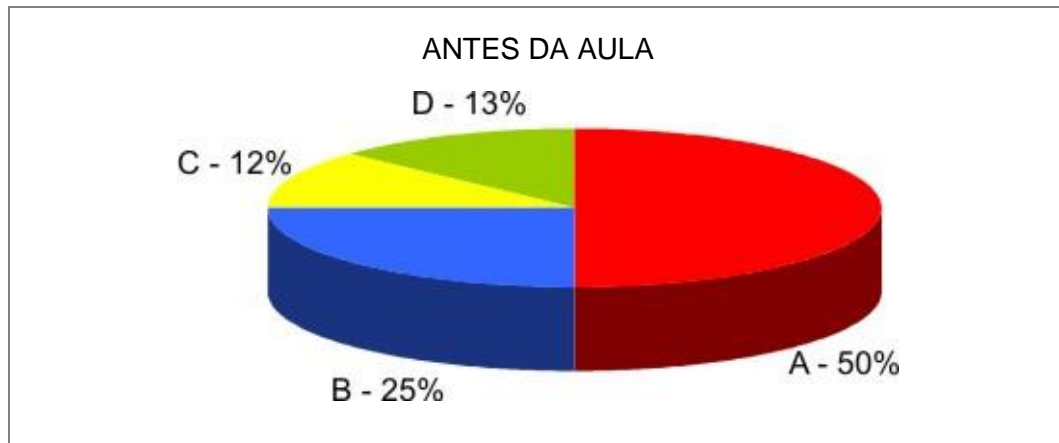
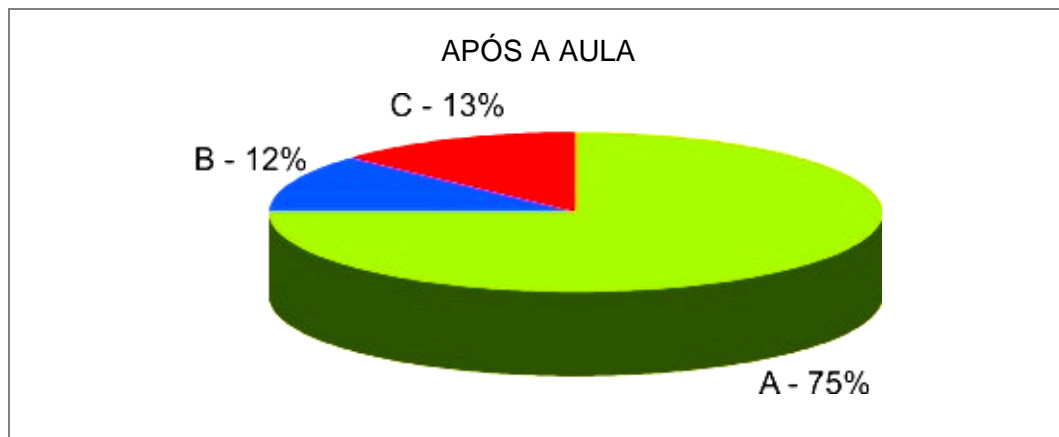


Figura 7 - Análise da 4.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Identificação de nutrientes (antes da aula)

- A - Mencionaram que não sabiam responder;
- B - Mencionaram que acreditavam que sim, que existia relação da diminuição do açúcar no sangue com a substituição do arroz branco pelo arroz integral, mas não explicaram;
- C - Mencionaram que não acreditavam que existia relação entre o arroz integral e a diminuição de açúcar no sangue quando comparado com o arroz integral;
- D - Mencionaram que não existia relação entre a diminuição de açúcar no sangue quando se substitui o arroz branco pelo arroz integral (a diferença entre essa alternativa (D) e a anterior (C) é que na anterior eles mencionam que acreditavam que não havia relação e nessa alternativa eles afirmam que não há relação; relação essa entre a diminuição de açúcar no sangue após a substituição do arroz branco pelo arroz integral).



**Gráfico 8 - Análise da 4.ª questão-problema. Aula – Identificação de nutrientes (após a aula)**

- A - Mencionaram que o arroz integral tem uma casca (fibras) que dificulta a absorção de carboidratos no intestino (menos carboidrato disponível) e, portanto, diminui a quantidade de glicose no sangue, baixando a taxa e melhorando a diabetes;
- B - Mencionaram que o arroz integral tem uma casca que dificulta a absorção no intestino, o que traz maior saciedade;
- C - Mencionaram a presença da casca no arroz somente.



**Fotografia 2 - Teste do carboidrato no arroz branco e arroz integral respectivamente**

## Discussão dos Resultados

Ao verificar a diferença das respostas antes e após o procedimento experimental, pode-se concluir que os alunos entenderam melhor e em maior número após a realização, observação e interpretação do experimento, visto que o professor atuou como orientador nas indagações feitas por eles ao verificarem as diferenças de colorações entre as duas amostras de arroz.

Mais uma vez consegue-se aliar tais interpretações com o objetivo de ensinar ciências na perspectiva da alfabetização científica, o que remete à contextualização e à formação do indivíduo autônomo na manutenção do bem mais precioso, a vida. Saber se posicionar, tomar decisões criteriosas, sobre se alimentar ou não de transgênicos (SASSERON; CARVALHO, 2011), segundo Pozo e Crespo (2009, p.24-27), "promovem nos alunos a educação científica, que não precisam de mais conteúdos, mas sobretudo saber organizá-los e interpretá-los, para lhe dar sentido... e a eficácia da educação científica deverá ser medida pelo que conseguimos que os alunos aprendam, levando em consideração as demandas sociais e educacionais que esse ensino deve satisfazer".

Demo (2010, p.56) relaciona a Alfabetização Científica com a educação científica e menciona que esta deve oportunizar desenvolvimentos como:

Aproveitar conhecimentos científicos que possam elevar a qualidade de vida, por exemplo, em saúde, alimentação, habitação, saneamento etc., tornando tais conhecimentos oportunidades fundamentais para estilos de vida mais dignos, confiáveis e compartilhados.

Dessa forma, leva-se o ensino ao benefício muito além da sala de aula, oportunizando que possa auxiliar em casa, com familiares, amigos etc. esclarecendo questões simples, mas de muita importância como a alimentação.

**1.º ano – 2.ª Aula experimental****Tema: pH das substâncias biológicas.**

Questões-problemas:

1.ª Questão-problema:

01. Por que um antiácido soluciona a queimação estomacal? Como isso se relaciona com o pH?



Figura 9 - Análise da 1.ª questão-problema. Aula – pH das substâncias (antes da aula)

- A - Mencionaram que o antiácido neutraliza o pH;
- B - Mencionaram que o antiácido neutraliza a acidez estomacal;
- C - Mencionaram que neutraliza o pH e reduz a acidez;
- D - Mencionaram que o pH do estômago é ácido e quando se ingere um antiácido o pH aumenta, neutralizando;
- E - Responderam que não sabiam.

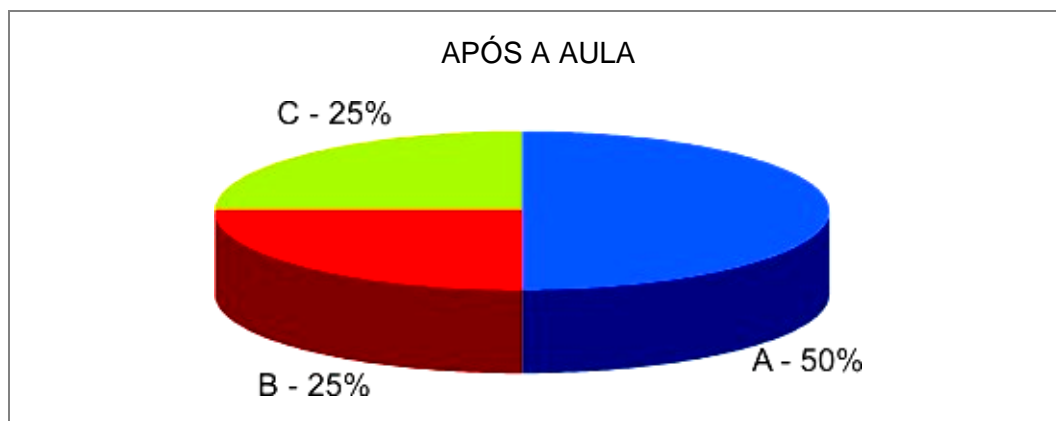


Figura 10 - Análise da 1.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – pH das substâncias (após a aula)

- A - Responderam que ao medir o pH do estômago (ácido clorídrico) obteve-se o valor 3, após ocorreu a medição do pH do antiácido (leite de magnésia) que revelou um valor igual a 10. Ao ingerir um pH = 10 a acidez neutraliza;
- B - O antiácido ao entrar em contato com o estômago reage com o mesmo e ocorre neutralização, ocorre uma reação ácido base;
- C - Devido à grande diferença dos reagentes observada no momento da prática, notamos que a base reagiu com o ácido e neutralizou a acidez.

### Discussão dos Resultados

Ao comparar as respostas antes e após a aula experimental, nota-se uma grande diferença na qualidade da resposta anterior ao mencionar os valores de pH, relacionar o antiácido com uma base, mencionar reação ácido base; ideias que eles puderam observar e relacionar aos conteúdos já existente no seu entendimento conceitual.

Essa mudança de conhecimento conceitual, uma vez que eles já haviam aprendido tais conteúdos na aula teórica, mostra interação do laboratório nesse quesito, pois os alunos observam os números apontados na medição das substâncias, notam que são substâncias ácidas ou básicas, observam os valores e interpretam que os mesmos associados dentro do estômago diminui a acidez, porque aumenta o pH. Porém, para atingir tais conceitos, foram estimulados também os conteúdos procedimentais, no momento de experimentação, ao agir de maneira reflexiva ao realizar todo processo, assim como os conteúdos atitudinais induzindo os alunos a trabalharem juntos, de maneira cooperativa, a fim de contribuir para o sucesso da pesquisa que foi realizada.

Antes da experimentação nota-se somente uma resposta superficial acerca da ideia que um antiácido diminui a acidez estomacal, em 88% das respostas e 12% não souberam responder; em contapartida houve 100% de acertos após a aula, e também se observa os valores do ácido e do antiácido, assim como a reação entre eles.

Um ensino vinculado à autonomia, que possibilita ao educando se posicionar nas escolhas, assim como defendê-las se preciso for, e que envolve ideias de cuidado com o organismo, se relaciona com as ideias de ensino envolvendo a alfabetização científica (CHASSOT, 2014).

Da mesma forma, um ensino que permita aos alunos habilidade de produção de conhecimento científico, ressalte o desafio da argumentação, sinalize a capacidade de saber pensar na teoria e na prática, construindo o conhecimento e almejando a alfabetização científica (DEMO, 2013), se estabelece ao oportunizar o envolvimento dos alunos à experimentação.

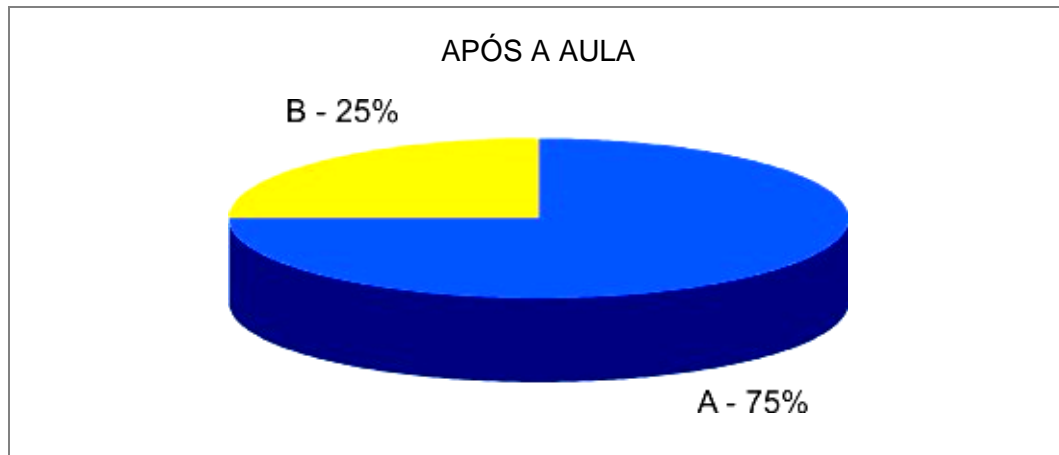
## 2.<sup>a</sup> Questão-problema:

02. Um técnico que trabalha em uma indústria cervejeira observa que a reação na produção de cerveja aumenta quando ele aumenta o pH dos reagentes. A dúvida do técnico é a seguinte: será que ao aumentar o pH dos reagentes, mais rápida se processará a reação?



Figura 11 - Análise da 2.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – pH das substâncias (antes da aula)

- A - Mencionaram que não sabem;
- B - Mencionaram que acreditam que tal processo não dará certo;
- C - Responderam que quanto mais ácido maior a força de ionização e acelerará o processo dos reagentes;
- D - Responderam que não, porque fica muito corrosivo.



**Figura 12 - Análise da 2.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – pH das substâncias (após a aula)**

- A - Mencionaram sobre a velocidade da reação aumentar até atingir o pH ótimo, após ocorre a desnaturação da proteína, e ainda correlacionaram à gelatinização ocorrida quando adicionado ácido clorídrico na clara de ovo;
- B - Mencionaram sobre a velocidade da reação aumentar até o pH ótimo e depois deformar a proteína.

### **Discussão dos Resultados**

Nota-se a diferença entre as respostas fornecidas antes e depois da aula experimental, sendo que antes registra-se zero por cento de acerto e após a aula constatou-se 100% de acerto. Essa aula proporcionou a observação da desnaturação das proteínas do ovo quando a ela foi adicionado ácido clorídrico, permitindo assim que os alunos relacionassem tal processo com a pergunta sobre a velocidade da reação e a desnaturação da proteína, conteúdos que já haviam aprendido na teoria, mas não tinham observado na prática.

O procedimento realizado possibilita a observação em tempo real sobre o processo de desnaturação de proteína pela diferença de pH, fazendo a diferença na construção do conhecimento científico dos alunos e assim conduzindo-os a uma reflexão maior sobre o acontecido. Os alunos alvoroçados se perguntavam por que tal gelatinização ocorreu tão rapidamente na clara de ovo, quando ela entrou em contato com ácido clorídrico, porém em poucos segundos eles já se referiam à diferença de pH.

A correlação do processo e o entendimento do conteúdo, assim como a interação com os processos do cotidiano, foram feitos pelo próprios alunos, notando-se,

assim, a construção do conhecimento científico realizado, priorizando um ensino vinculado ao construtivismo.

É uma prerrogativa da Alfabetização Científica proporcionar aos alunos a capacidade de organizar seu pensamento de maneira mais lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Ademais, os alunos relacionam os fatos observados à resolução de problemas, que lhes oportuniza a investigação quando elaboram hipóteses, testando, organizando e interpretando dados e a partir deles emitindo suas inferências (KRASILCHIK, 2011).

Construindo um conhecimento que faça sentido a vida, nas suas interferências e aplicações, adotando uma postura de reflexiva, construindo seu conhecimento e utilizam-no para melhoria da sua vida (CHASSOT, 2014).

### 3.<sup>a</sup> Questão-problema:

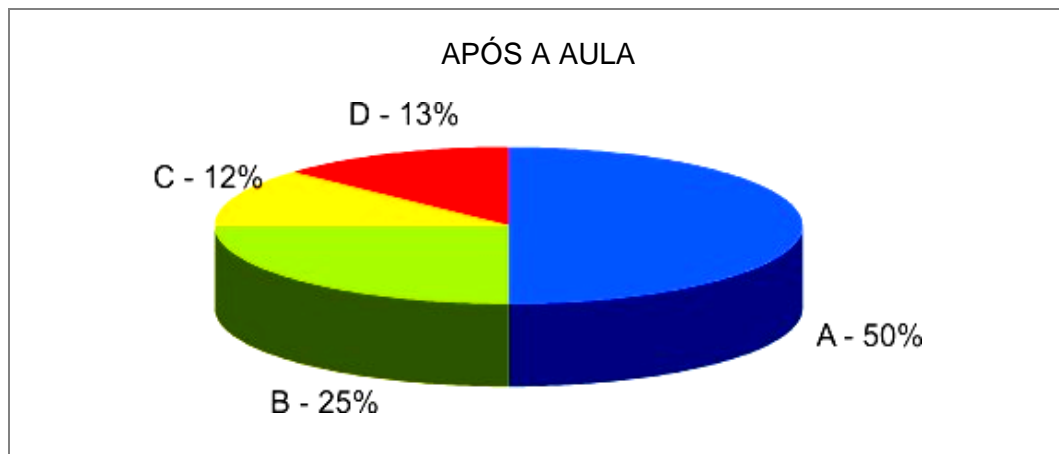
03. Cada região do nosso corpo possui um determinado pH. O que ocorre quando um indivíduo é vítima de um câncer bucal e ele modifica drasticamente o pH bucal, indo de neutro a ácido?



**Figura 13 - Análise da 3.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – pH das substâncias (antes da aula)**

- A - Responderam que deveria existir problema na mudança do pH, mas não sabia dizer o que provocaria;
- B - Mencionaram que a modificação do pH não deve ocasionar nenhum problema na cavidade bucal;
- C - Mencionaram que não sabia se posicionar sobre tal situação.





**Figura 14 - Análise da 3.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – pH das substâncias (após a aula)**

- A - Mencionaram que ao observar o experimento com o ovo mudando totalmente sua estrutura por estar em um ambiente com pH muito diferente, acreditaram que a modificação do pH na boca deveria modificar as enzimas presentes na boca e estas perderiam suas funções;
- B - Responderam que a proteína da boca perderá sua função e deixará de quebrar o amido;
- C - Somente mencionaram que a enzima da boca iria desnaturar;
- D - Citaram que acreditavam que aconteceria algo ruim com as enzimas, mas não mencionaram o processo de desnaturação.

### **Discussão dos Resultados**

Evidencia-se uma diferença antes e após o experimento, visto que anteriormente somente 25% mencionaram que deveria acontecer algo ruim se o pH bucal fosse modificado drasticamente, porém posteriormente 87% respondem adequadamente, devido à observação de desnaturação da proteína do ovo ocasionada pela adição de ácido clorídrico.

A diferença constatada mostra que a aula experimental demonstra a eficácia do aprendizado quando este é abordado de maneira experimental, segundo Krasilchik (2011, p.88):

Permite que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos... na análise do processo biológico, verifiquem concretamente o significado da variabilidade individual e a consequente necessidade de se trabalhar com grupos de indivíduo para obter resultados válidos. Além disso, somente nas aulas práticas os alunos enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio.

De acordo com Demo (2013), o ambiente escolar deve oportunizar experimentos dentro e fora da sala de aula, objetivando trabalhar com os alunos situações nas quais o olhar científico se torne claro e convincente, além de organizado. Para tanto, desafios devem ser colocados e enfrentados, mediante a problematização, reconstruindo contextos e situando-os na vida real e pessoal.

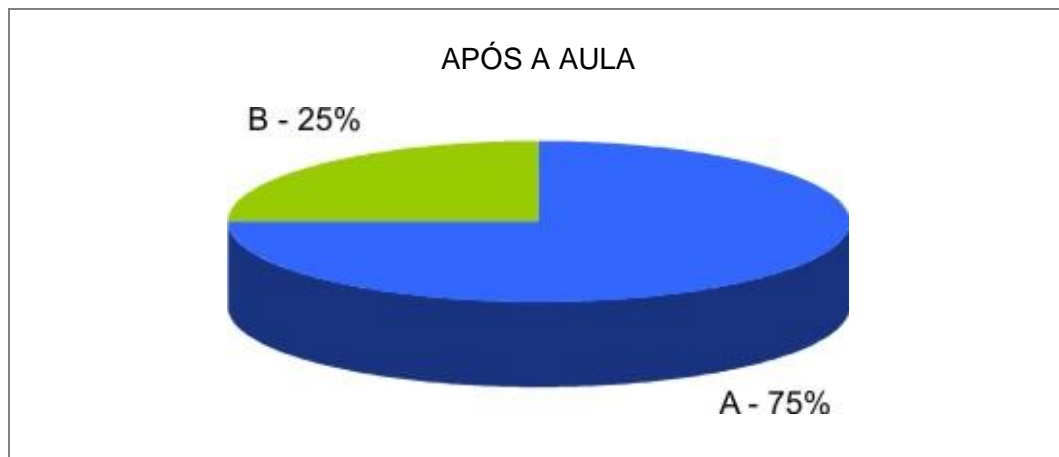
*4.<sup>a</sup> Questão-problema:*

04. Relacione a adição de limão à carne do peixe (ceviche) com o processo de pH.



**Figura 15 - Análise da 4.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – pH das substâncias (antes da aula)**

A - Mencionaram que não sabia a relação entre a adição do limão na carne do peixe.



**Figura 16 - Análise da 4.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – pH das substâncias (após a aula)**

- A - Responderam que o limão utilizado no ceviche desnatura as enzimas do peixe e com isso concluíram que desacelera o processo de deterioração do peixe, tais processos estão relacionados à diferença de pH do limão e do peixe;
- B - Responderam que o limão é utilizado no ceviche para desnaturar as enzimas e para dar um sabor melhor, citaram que o sashimi sofre o mesmo processo.

### **Discussão dos Resultados**

A análise dos gráficos demonstra a diferença das respostas antes e depois dos procedimentos experimentais.

Antes da aula os alunos já sabiam sobre o processo de desnaturação das enzimas relacionadas ao pH, mas não souberam inferir tais conhecimentos sobre o processo de elaboração e conservação de alimento, como o ceviche. No decorrer da aula, os alunos mediram o pH da carne de peixe e do limão, com o processo gelatinização da clara do ovo, com a adição do ácido clorídrico (experimento realizado uns minutos antes), os alunos corresponderam tal processo ao ceviche, pois parece que a carne do peixe “cozinhou ao adicionar limão” (segundo os alunos). Ao relacionarem esses conhecimentos, eles, além de aprenderem melhor, aprenderam descobrindo, construindo seu conhecimento. Tal premissa está presente no construtivismo, que, segundo Barberà (2009), defende que a construção do conhecimento pelo aluno, pela relação de contextualização e reflexão torna o conhecimento mais profícuo e duradouro. Alguns alunos, além de responder adequadamente sobre o ceviche, responderam sobre a relação do processo químico de desnaturação da proteína

com o sashimi. Possibilitando ir além nas correlações do conhecimento, formando uma rede, na qual uma vertente se prende e relaciona à outra.

Tal processo de aprendizagem e se relaciona com a alfabetização científica no sentido que ele está vinculado a:

Um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova maneira de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente,..., bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.61).

## 2.º ano – 1.ª Aula experimental

### Tema: Atuação dos micro-organismos no cotidiano – Fermentação (fungos).

Questões-problemas:

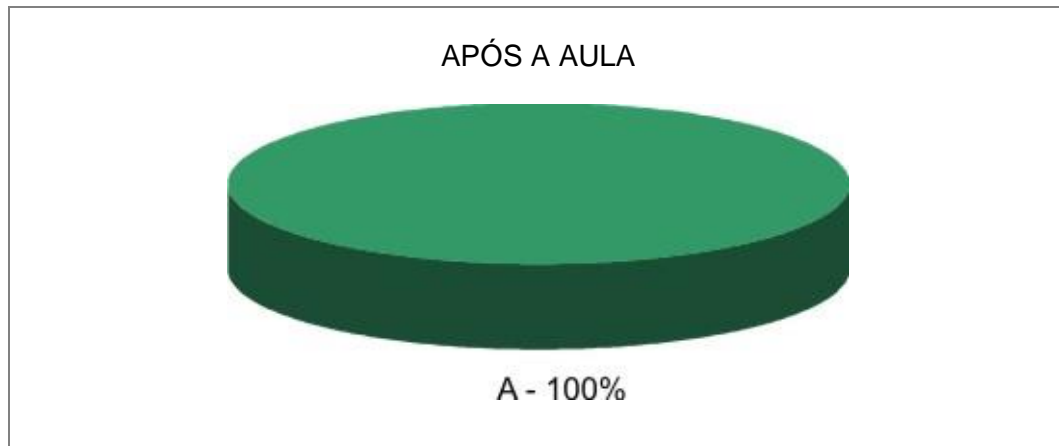
1.ª Questão-problema:

01. Sabemos que uma questão primordial para o desenvolvimento dos fungos é a temperatura de 37°C. Por que então encontramos mais paredes emboloradas no inverno, assim como micose entre os dedos, do que no verão?



Figura 17 - Análise da 1.ª questão-problema. Aula – Atuação dos micro-organismos no cotidiano – Fermentação (fungos) (antes da aula)

- A - Alunos que se referiram à presença de umidade no ambiente;
- B - Alunos que se referiram à presença da umidade e relacionaram aos ambientes fechados.



**Figura 18 - Análise da 1.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Atuação dos micro-organismos no cotidiano – Fermentação (fungos) (após a aula)**

A - Cem por cento dos alunos relacionam a presença da umidade, assim como a relação diminuição da evaporação com a ausência dos raios solares, possibilitando maior proliferação de fungos. Relatam que no inverno utilizam-se mais sapatos fechados, aumentando a transpiração e formação de micoses, fato que não ocorre no verão.

### **Discussão dos Resultados**

Pode-se verificar que antes e após o experimento houve acerto por todos alunos acerca da questão abordada, porém após o experimento os alunos tiveram um acréscimo na qualidade das respostas, conseguindo relacionar processos patogênicos à resposta.

Segundo Bybee e DeBoer (1994, p.376), um currículo de Ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos estudantes.

Possibilitar aos alunos questões que interferem em seus cotidianos, como a saúde, deve ser priorizado no ensino, visto que a alfabetização científica não objetiva formação de cientistas, mas defende que os assuntos científicos sejam cuidadosamente apresentados, discutidos, elaborados, compreendendo seus significados e aplicados para o entendimento do mundo (LORENZETI; DELIZOICOV, 2003).

Com isso, formam-se alunos que saibam relacionar processos cotidianos ao saber científico, refletir sobre ele e tomar suas decisões em relação a uma vida melhor.

2.<sup>a</sup> Questão-problema:

02. Por que apartamentos voltados para face norte são mais valorizados? Isso se relaciona com o ditado popular que diz: "Onde não entra sol, entra médico"?

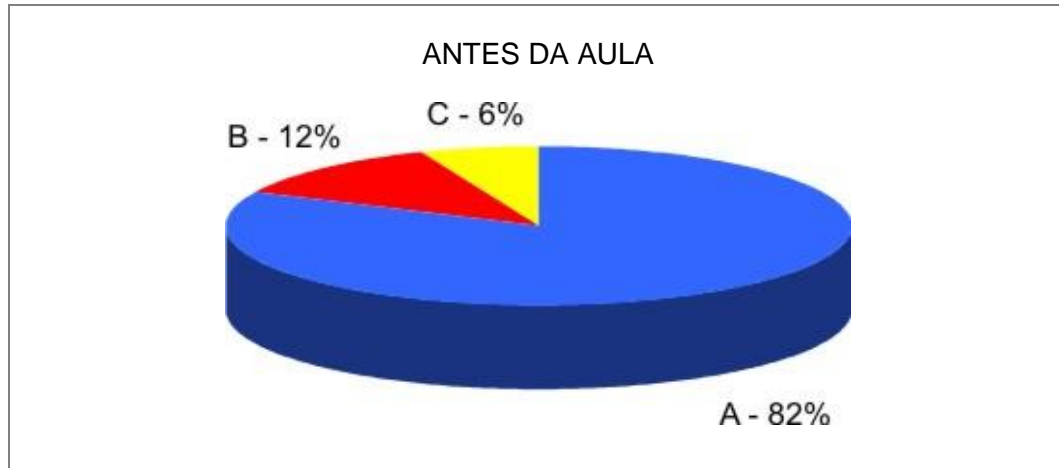


Figura 19 - Análise da 2.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Atuação dos micro-organismos no cotidiano – Fermentação (fungos) (antes da aula)

- A - Referem-se à presença de sol e sua relação com a não proliferação de fungos ou micro-organismos;
- B - Negam que exista relação entre sol e saúde;
- C - Relacionam a maior exposição do sol com a absorção da vitamina;
- D - Diminuição de resfriados.

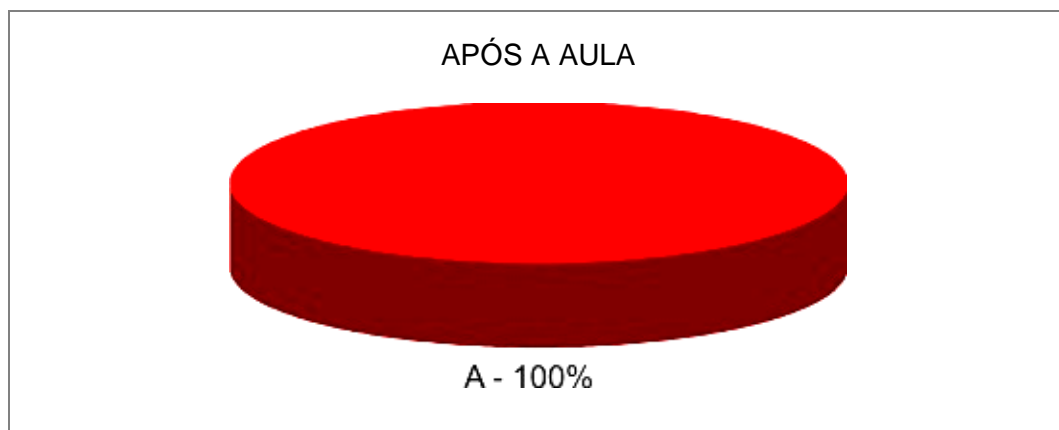


Figura 20 - Análise da 2.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Atuação dos micro-organismos no cotidiano – Fermentação (fungos) (após a aula)

- A - Cem por cento dos alunos relacionam de maneira correta a pergunta, fazendo referência à maior incidência do sol e correlacionando com a evaporação, tornando assim um ambiente mais seco, o qual ocorrerá menor desenvolvimento de fungos, sendo assim um ambiente mais saudável, como menciona o ditado popular "Onde não entra sol,

---

entra médico".

### **Discussão dos Resultados**

Antes do processo experimental, cerca de 88% se referiram de maneira positiva, sendo que destes 82% se referem ao sol inibindo o desenvolvimento dos fungos, 6% se referem ao sol auxiliando na fixação da vitamina D 12%.

Após a experimentação, verifica-se o acerto das questões em 100% dos alunos, sendo que o mesmo possibilitou o entendimento das necessidades nutricionais dos fungos, ao observarem que os fungos se desenvolveram adequadamente em ambientes quentes, úmidos e que possuíam uma fonte de energia (açúcar). Puderam, assim, relacionar tais resultados a processos cotidianos como a proliferação de fungos nos mais diversos lugares e que o sol, ao oportunizar a evaporação, contribui para o desenvolvimento de um ambiente mais saudável.

Para Marandino e Krasilchik (2004), ao focar o ensino de conceitos relacionado ao contexto social, ultrapassamos a ideia de mera acumulação de conteúdos, que em muitos anos tornam-se sem sentido, passando a dar autonomia aos alunos nas tomadas de decisões.

## 2.º ano – 2.ª Aula experimental

### Tema: Fermentação alcoólica, láctica e acética.

Questões-problemas:

1.ª Questão-problema:

01. Os micro-organismos estão relacionados com a alimentação? Se sim, especifique quais alimentos e processos o originam.

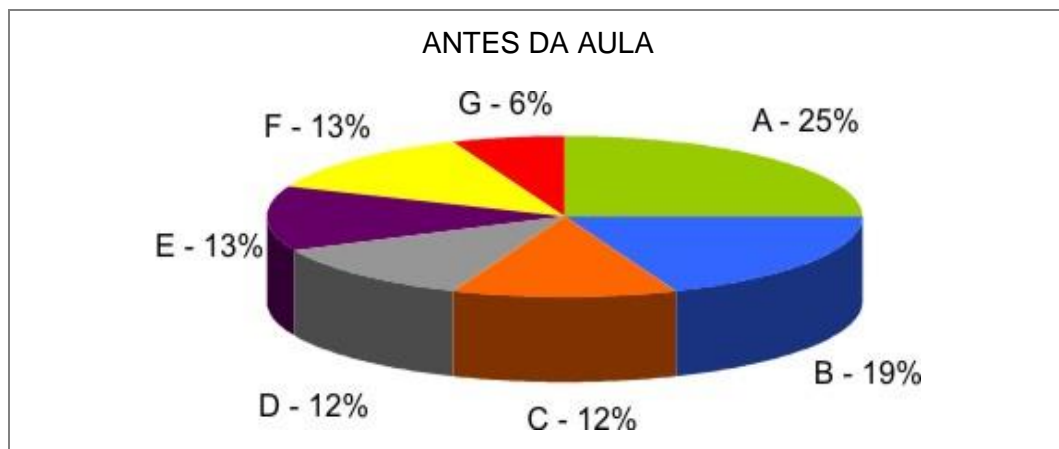
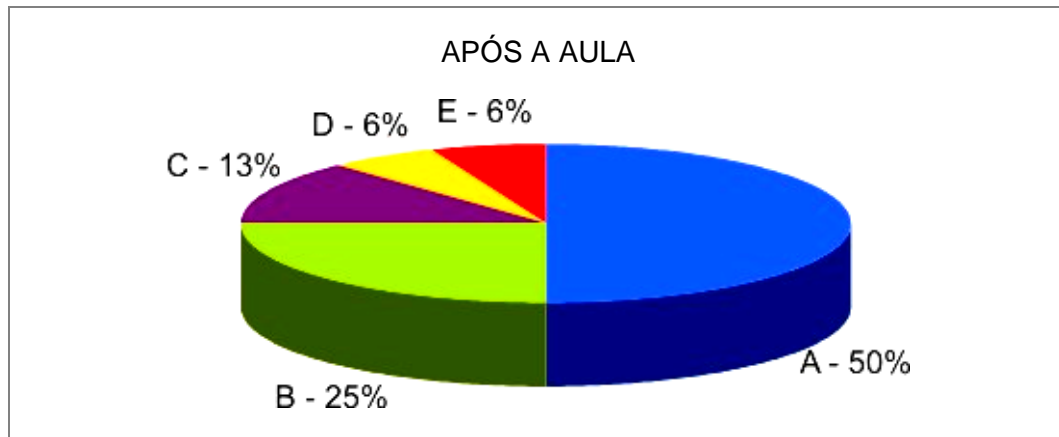


Figura 21 - Análise da 1.ª questão-problema. Aula – Fermentação alcoólica, láctica e acética (antes da aula)

- A - Respondem sim, especificam iogurte e leite fermentado;
- B - Respondem sim, não especificam;
- C - Respondem sim, especificam o pão;
- D - Respondem que não sabem;
- E - Respondem sim, mencionam a cerveja;
- F - Respondem somente a palavra: fermentação;
- G – Mencionam que os alimentos são formados por micro-organismos.





**Figura 22 - Análise da 1.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Fermentação alcoólica, láctica e acética (após a aula)**

- A - Responderam que muitos alimentos são produzidos por micro-organismos, citaram os tipos de fermentações láctica, alcoólica e acética, assim como os exemplos de cada fermentação: iogurte, leite fermentado, queijo, pinga, cerveja, vinho, vinagre e picles;
- B - Mencionam as bactérias envolvidas na fermentação láctica, os fungos na fermentação alcoólica e os fungos e as bactérias envolvidos na fermentação acética, assim como exemplificaram cada fermentação: leite fermentado, bebidas alcoólicas, pães, vinagre (embora muito similar à resposta A, difere no fato de terem mencionado os micro-organismos presentes em cada tipo de fermentação);
- C - Relatam a fermentação na produção de alimentos e citam exemplo de alimentos, como: vinagre, queijos, pães e bebidas alcoólicas;
- D - Responderam que muitos alimentos são produzidos por micro-organismos e exemplificam: leite fermentado, iogurte (lactobacilos), bebidas alcoólicas;
- E - Responderam somente: fermentação láctica, alcoólica e acética.

### **Discussão dos Resultados**

Pode-se constatar que as respostas tiveram um acréscimo no acerto e na melhoria delas, diferenciando das respostas obtidas antes da experimentação, assim como não houve questão errada.

Antes do experimento, 88% mencionaram a produção de pães e cervejas e relacionaram ao processo de fermentação e 12% não souberam responder. Porém, após os experimento realizado, 100% responderam de maneira correta e atribuíram novos conceitos, mencionando os alimentos e os processos que os originava, assim como os micro-organismos envolvidos no processo.

Ao observar tais resultados de uma aula experimental, em que o professor menciona o processo e os alunos executam seus experimentos, aprendendo nomes e reações específicos sem muito esforço, atinge-se uma das intenções da alfabetização científica, na perspectiva de Sasseron e Carvalho (2009), que é a necessidade de ensinar ciências de uma maneira mais simples, com uma linguagem que facilite o entendimento do mundo pelos alunos.

Verifica-se também que a utilização de conceitos após a aula se tornou mais fácil, visto que estes se tornaram comuns. Isso possibilitou não somente o entendimento de conteúdos conceituais vinculado ao processo, mas também dos procedimentais, ao refletir sobre qual seria a melhor alternativa para resolvê-la, assim como todas técnicas envolvidas no manuseio de vidrarias, reagentes e microscópio, oportunizando o desenvolvimento da aula experimental.

Vinculados a esses conteúdos conceituais e procedimentais, notam-se os atitudinais presentes no decorrer do desfecho da experimentação, nas equipes trabalhando em conjunto e agindo com amizade, respeito a fim de atingir êxito na atividade experimental.

Segundo Freitas e Souza (2012), há necessidade de se atingir tais conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) a fim de se promover uma alfabetização científica que amplie a compreensão da Ciência, assim como sua utilidade social, política, econômica e cultural.

2.<sup>a</sup> Questão-problema:

02. A fermentação está presente no organismo humano?

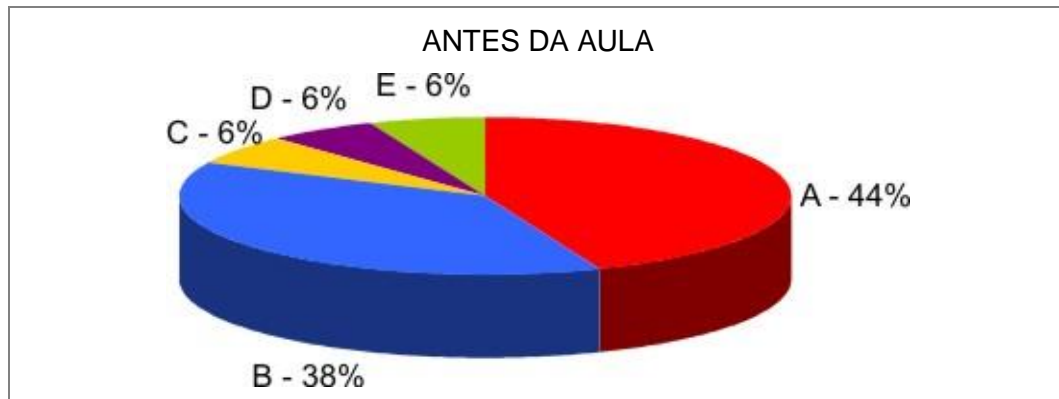


Figura 23 - Análise da 2.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Fermentação alcoólica, láctica e acética (antes da aula)

- A - Os alunos responderam apenas sim;
- B - Os alunos responderam que não sabiam;
- C - Os alunos responderam que sim e mencionaram a realização da fermentação nas células musculares na ausência do oxigênio;
- D - Responderam que sim e mencionaram haver fermentação intestino, pela ação das bactérias ou no estômago quando a digestão é impedida;
- E - Responderam que sim e mencionaram haver fermentação quando ingerimos alimentos que fermentam quando unidos.

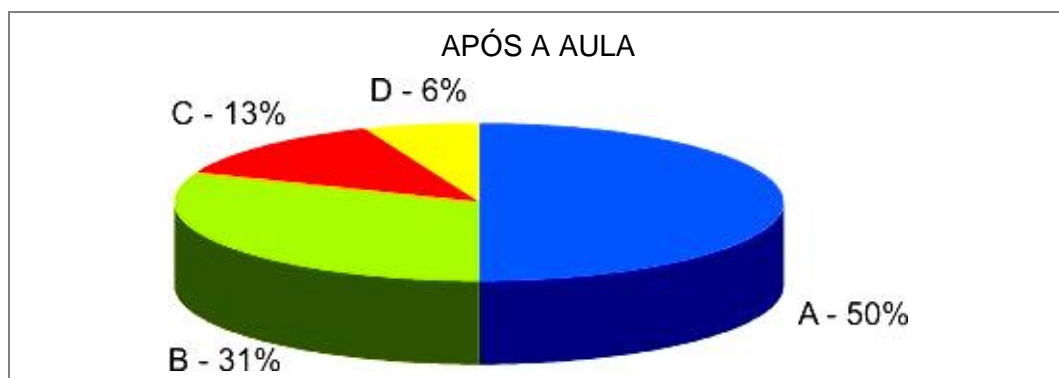


Figura 24 - Análise da 2.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Fermentação alcoólica, láctica e acética. (após a aula)

- A - Responderam que sim e se referiram à ocorrência da fermentação anaeróbia láctica nos músculos somente na ausência de oxigênio;
- B - Responderam que sim e mencionaram a atividade física intensa como desencadeador da fermentação anaeróbia do tipo láctica e a ocorrência de câibras;
- C - Responderam que sim, mencionaram a fadiga muscular com a qual é liberado ácido láctico, provenientes da fermentação láctica;
- D - Responderam que sim, mencionaram a ocorrência nos músculos durante exercícios físicos, assim como a necessidade de ingerir potássio (citaram a banana) para amenizar as câibras.

## **Discussão dos Resultados**

Pode-se notar a diferença nas respostas dessa atividade antes e depois da realização da experimentação, anteriormente a maioria mencionou que sim, porém sem exatidão, muitos mencionaram não saber, poucos acertam e alguns erraram a resposta. Porém, após a experimentação, todos os alunos responderam positivamente e justificaram suas respostas. Houve 100% de acerto, porém com divergentes graus de complexidade.

Têm-se critérios considerados importantes na alfabetização científica presentes nesse processo, como o de migrar do abstrato para uma realidade mais concreta, segundo Sasseron e Carvalho (2009).

Além de instigar o conhecimento do mundo real em que vivemos, para que assim, além de entendê-lo de forma mais global e completa, possamos intervir e fazer as nossas próprias escolhas (FREITAS; SOUZA, 2012).

Transportando tais conhecimentos às atividades cotidianas, saberemos adequá-las às necessidades básicas de vida, podendo assim melhorá-las (CHASSOT, 2014).

Ao conseguir vincular os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais na resolução de questões que favorecem o conhecimento de maneira integradora, promove-se a alfabetização científica, buscando, assim, ampliar o interesse pela Ciência, e, segundo Pozo e Crespo (2014), provar do fruto da Ciência e dele desfrutar com prazer.

## 2.º ano – 3.ª Aula experimental

### Tema: Cultivo de micro-organismos e observação de fungos fitopatogênicos.

Questões-problemas:

1.ª Questão-problema:

01. Os fungos podem ser usados no controle biológico de outro fungo ou bactéria?



Figura 25 - Análise da 1.ª questão-problema. Aula – Cultivo de micro-organismos e observação de fungos fitopatogênicos (antes da aula)

A - Responderam que sim, porém não explicaram;

B - Não sabiam.

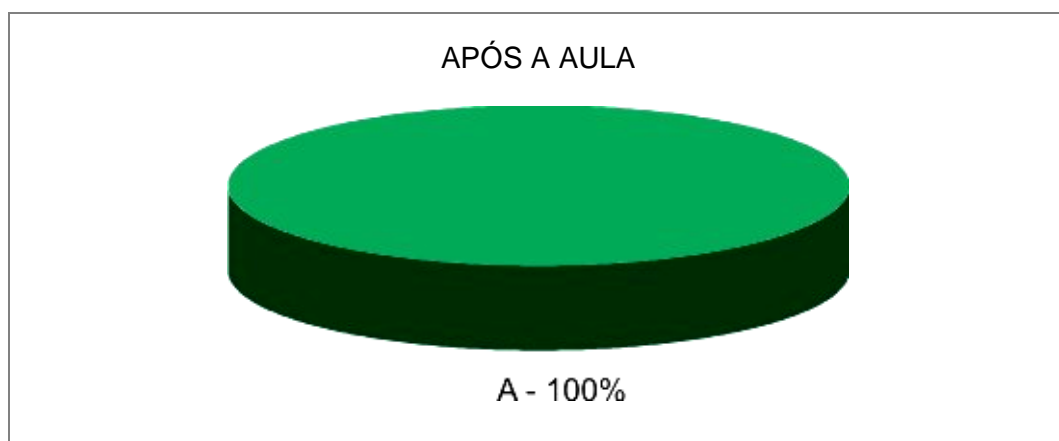


Figura 26 - Análise da 1.ª questão-problema. Aula – Cultivo de micro-organismos e observação de fungos fitopatogênicos (após a aula)

A - Todos responderam que sim e mencionaram a atuação de alguns fungos inibindo o desenvolvimento de outros fungos e bactérias, todos

---

como pragas, ainda relacionaram os fungos fitopatogênicos com o processo de controle biológico.

### **Discussão dos Resultados**

Houve um acréscimo na porcentagem e na qualidade das respostas após a aula, visto que 87% responderam afirmativamente à pergunta, porém não souberam explicar e 12% responderam que não sabiam, em contrapartida 100% responderam positivamente e especificaram após a aula. Tal processo de aprendizagem se deve à observação realizada pelos alunos nas placas de fungos fitopatogênicos (fornecidos pela Embrapa), pois conseguiram verificar a existência de fungos nas placas de cultivo inibindo o desenvolvimento de outros fungos, assim como observaram a presença de fungos inibindo o desenvolvimento bacteriano e vice-versa. Conseguiram com a visualização concluir também acerca da utilidade de tais organismos como controle biológico, ou seja, um organismo inibindo o desenvolvimento do outro e não originando novas pragas.

Hoje existem estudos avançados para extinção de pragas em lavouras cafeeiras, cítricas etc. Os alunos ao perceberem tais questões e conseguirem correlacioná-las, tornaram-se construtor de um conhecimento mais profícuo, promovendo a alfabetização científica.

Ainda sobre tais questões, vincular a utilização de agrotóxicos indiscriminados nos alimentos que ingerimos, observando que o alimentar-se bem depende de conhecimento sobre a origem dos alimentos e que a utilização de controle biológico tem sido uma eficaz solução no controle de pragas.

Instigando o raciocínio dos alunos para os problemas relacionados a seus contextos, possibilita-lhes o entendimento deles e um posicionamento sobre as questões que o cercam, desenvolvendo a alfabetização científica funcional, ou seja, uma educação vinculada a uma funcionalidade, a de se tornar autônomo na manutenção da própria vida, vinculado ao equilíbrio do ecossistema (LORENZETI; DELIZOICOV, 2001).

"A alfabetização científica deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca." (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.61).

### 3.º ano – 1.ª Aula experimental

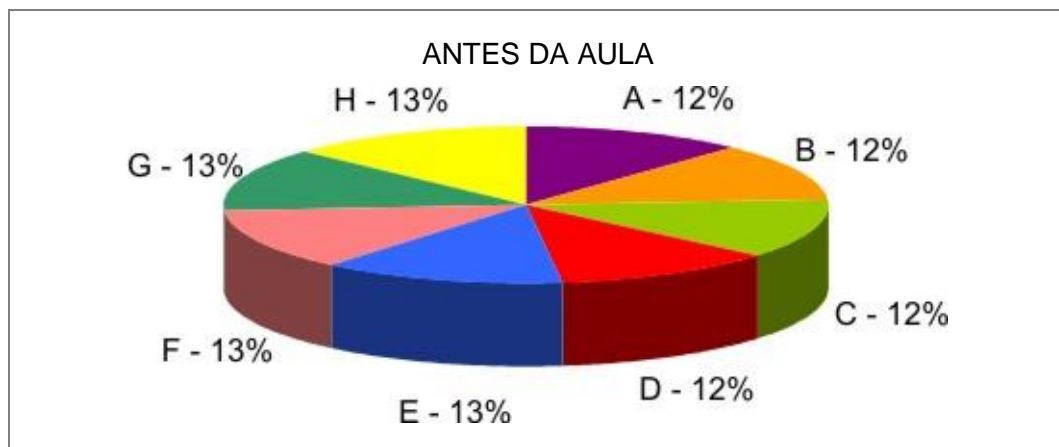
#### Tema: Síndromes Cromossômicas.

Questões-problemas:

1.ª Questão-problema:

01) Um casal tem uma criança que apresentou repetidas vezes pneumonias, déficit de crescimento, várias dificuldades em equilíbrio, tosse constante e agora apresenta um quadro de pancreatite. Desde seu nascimento, a criança é levada a médicos, que mudam os medicamentos, pedem repetitivos exames, mas nada é encontrado que defina um diagnóstico preciso. Os pais estão suspeitando de que se trate de uma doença genética hereditária, que está relacionada aos genes.

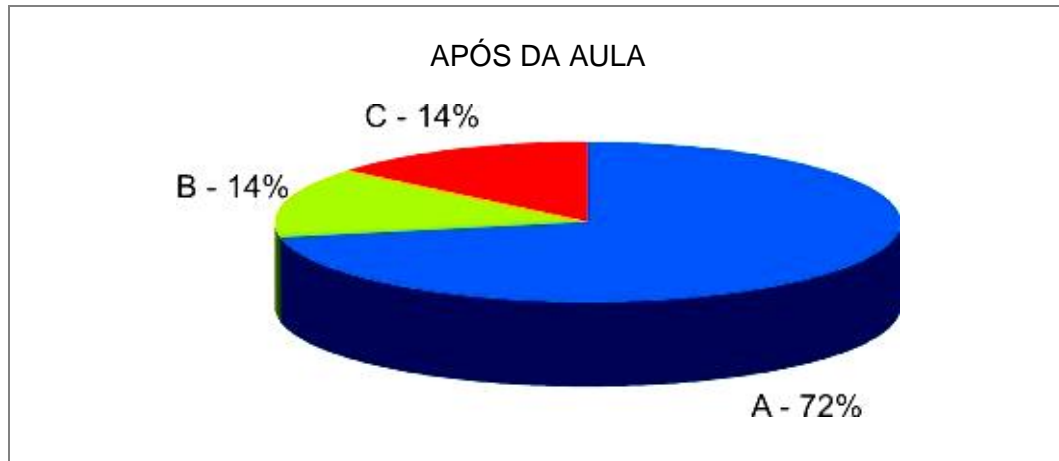
Em tal situação como deveriam ser feitos os exames para ser comprovado o diagnóstico da criança?



**Figura 27 - Análise da 1.ª questão-problema. Aula – Síndromes cromossômicas (antes da aula)**

- A - Mencionaram sobre a necessidade de fazer exame de sangue dos pais e da criança ou por heredograma;
- B - Mencionaram que deveria ser realizada análise de DNA dos pais e da criança;
- C - Mencionaram a realização do teste de DNA dos pais e da criança e investigar o histórico familiar de síndromes, assim como testes sanguíneos e relatos e histórico médico;
- D - Responderam que deveria ser realizada análise sanguínea para verificar os cromossomos da criança, a fim de verificar se têm alguma síndrome;
- E - Mencionaram que deveria ser realizado histórico familiar, observar o fenótipo e o genótipo do casal;

- F - Mencionaram que deveriam observar a herança genética e os cromossomos, que vêm da linhagem familiar da divisão celular, as características genéticas, retardo mental e desenvolvimento mental;
- G - Responderam que deveria ser feita por meio da observação dos genes dos pais e o diagnóstico seria anomalia do gene;
- H - Realizar exames de sangue à procura de cromossomos com erros e realizar exames nos gametas de ambos à procura de erro no par sexual, caso se trate de uma doença ligada ao X.



**Figura 28 - Análise da 1.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Síndromes cromossômicas (após a aula)**

- A - Mencionaram que deveria ser analisado o sangue da criança, fazendo lâminas com o mesmo sangue, montagem de cariótipo e também análise das características físicas do paciente, assim podendo emitir um laudo da presença ou exclusão da síndrome;
- B - Mencionaram a necessidade de características clínicas da criança, investigando os pais sobre a vida da criança e analisar cromossomos com a técnica da montagem do cariótipo;
- C - Mencionaram que deveria realizar exames de sangue, com análise dos cromossomos, montando cariótipos, analisando os cromossomos, seus tamanhos, diferenças entre eles, se não detectar diferenças deverá então seguir para a análise de cada cromossomo individualmente, verificando se existe todos as partes do cromossomo. Deverá também analisar as características físicas do paciente, histórico familiar e fornecer o laudo.

## **Discussão dos Resultados**

Verifica-se uma grande diferença antes e depois da aula, visto que antes as apresentavam partes corretas, mas não havia exatidão na elaboração das informações necessárias sobre como proceder para fornecer um laudo aos pais se realmente a criança portava uma doença genética ou não. A aula forneceu todos os



subsídios para que os alunos pudessem se certificar de que maneira é realizada um exame para diagnosticar uma doença genética, possibilitando o posicionando correto perante tais questões, uma vez que poderá atuar informando como proceder para um diagnóstico preciso, realizando os testes certos, ou ainda poderão seguir esses passos profissionalmente, uma vez que o ensino deve direcionar tais educando para a vida profissionais, despertando o fascínio pela Ciências.

Segundo Pozo e Crespo (2009), há de se implementar aulas inovadoras que despertem e promovam o espírito científico dos alunos, para que voltem a provar novamente do fruto dessa árvore, o fazer Ciência, o pensar científico e o despertar para o conhecimento científico, promovendo conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

As aulas experimentais têm cumprido com esse papel de despertar o gosto dos alunos pela ciências, pelo fazer ciências e pensar científico quando promovem a pesquisa levando os alunos a observarem lâminas, na busca de cromossomos, a relacionarem com os cariótipos, a correlacionarem com as características clínicas e ao elaborarem os laudos.

Tais subsídios fornecem condições para que os alunos adotem postura científica ao se deparar com questões relativas à situação trabalhada na aula experimental, auxiliando em questões presentes em nossa sociedade, como o caso de um casal que possui uma criança com problema genético e não sabe ao certo qual especialista procurar. Essas questões auxiliam a formação de jovens engajados às necessidades sociais, para que saibam se direcionar ao se deparar com eventuais problemas.

Vemos ainda que a Alfabetização Científica almejada vai ao encontro das variadas questões, desde tornar o ensino mais profícuo até a uma situação familiar.

Possibilita-se assim, que tais alunos saibam se posicionar em conversas, ao assistir a um filme ou ao ler uma revista científica, e possam utilizar o conhecimento nas mais diversas esferas da vida (SASSERON; CARVALHO, 2011).

### 3.º ano – 2.ª Aula experimental

#### Tema: Corpúsculo de Barr/Cromatina sexual.

##### 1.ª Questão-problema:

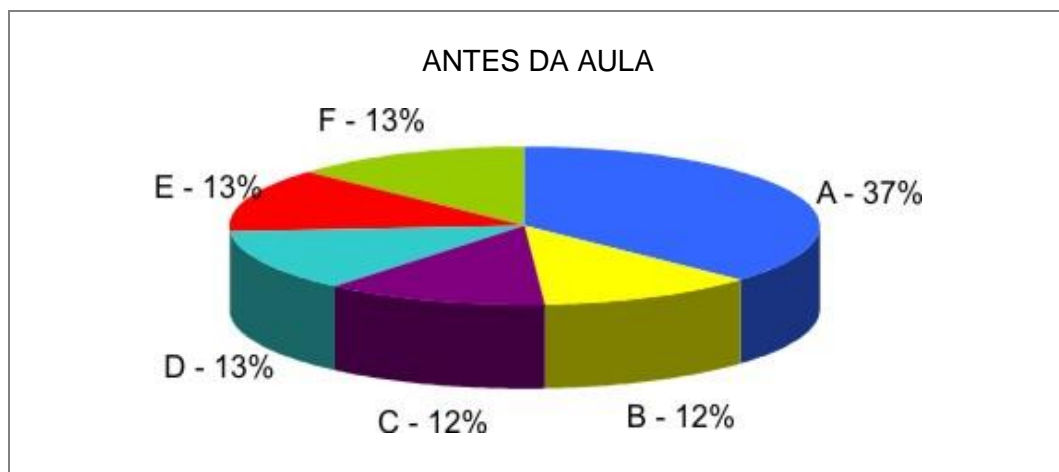
***Atleta sul-africana com sexo questionado é autorizada a voltar a competições – 06/07/2010***

Fonte: BBB (2010).

***Americana relata drama de descobrir na adolescência ter genética masculina – 13/10/2011***

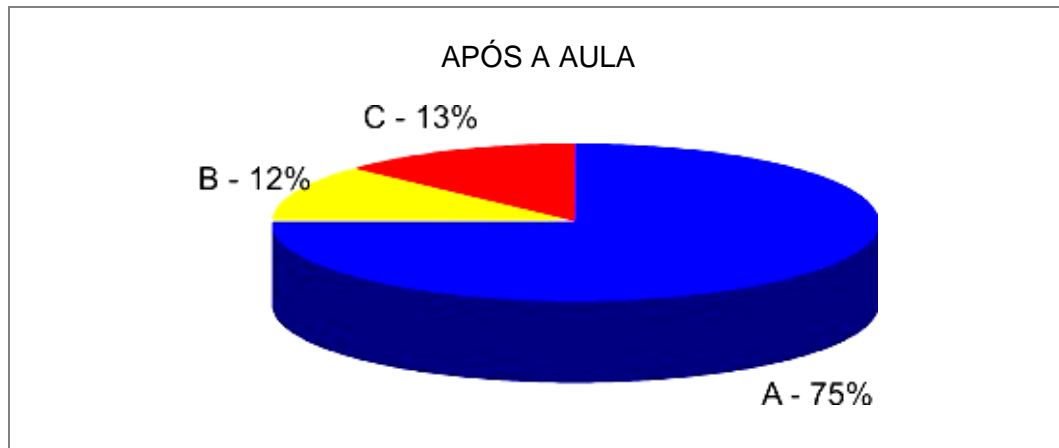
Fonte: BBB (2011).

01. Uma atleta em 2010 foi questionada se poderia ou não competir na ala feminina (por possuir geneticamente sexo masculino). Como pode ser feito um exame de maneira rápida e dar subsídio para outros exames (cariótipo, por exemplo) e assim comprovar o sexo?



**Figura 29 - Análise da 1.ª questão-problema. Aula – Corpúsculo de Barr / Cromatina Sexual (antes da aula)**

- A - Mencionaram que não sabiam;
- B - Mencionaram que deveria ser examinar o DNA para verificar os cromossomos sexuais;
- C - Responderam analisar o DNA;
- D - Citaram que observar se é XX ou XY, ou seja, menino ou menina;
- E - Citaram que deveria ser realizado exame de sangue;
- F - Mencionara que deveria ser realizado exame de sangue em busca de modificações nos cromossomos sexuais.



**Figura 30 - Análise da 1.<sup>a</sup> questão-problema. Aula – Corpúsculo de Barr / Cromatina Sexual (após a aula)**

- A - Mencionara que deveria ser realizado exame da mucosa bucal, a fim de observar a cromatina sexual e assim proceder na orientação do cariótipo;
- B - Mencionaram que deveria ser observada a cromatina sexual por meio da mucosa bucal;
- C - Mencionaram que deveria observar a cromatina sexual.

### **Discussão dos Resultados**

Os resultados das respostas mostram a melhora dos conteúdos conceituais, visto que antes da aula experimental os alunos responderam de maneira errada e após todos responderam de maneira certa, alguns de maneira mais completa (grupo A), outros nem tão completo assim, porém ainda correto, como verificado nos grupos C e D.

Tal experimento aborda uma realidade conflitante, a de possuir geneticamente um sexo oposto ao aparente.

O experimento proposto desperta conteúdos procedimentais, ao trabalhar com a observação das lâminas, o domínio de manuseio do microscópio e a detecção do corpúsculo de Barr aderido à membrana nuclear, bem como a relação dele com o sexo genético. É um exame fácil e preliminar na obtenção do diagnóstico.

Conhecer os procedimentos laboratoriais e como ocorre todo o processo que origina tais disfunções, torna o aluno capaz de fazer a interação entre o conhecimento adquirido e suas opiniões ou esclarecimento sobre o assunto na família, perante amigos. Como apontam Sasseron e Carvalho (2008), torna-os capazes de posicionar-se em conversas, aliando a ciência a uma maneira eficaz de aprendizagem e alfabetização científica.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008), a concepção do ensino de Ciências pode ser vista como um processo de enculturação científica dos alunos, no qual esperaríamos promover condições para que os alunos fossem inseridos em mais uma cultura, a cultura científica. Tal concepção também poderia ser entendida como letramento científico, se a considerarmos como o conjunto de práticas das quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele.

Ainda na visão de Pella (1996), um indivíduo se torna alfabetizado cientificamente quando correlaciona Ciência e Sociedade, percebe e entende as relações entre ética, ciência e humanidade. Nesse sentido, Hazen e Trefil (1991) distinguem fazer ciência e usar ciência, assim como defendem a ideia de que não é necessário que a população em geral saiba fazer pesquisa científica, mas deve saber como os novos conhecimentos produzidos pelos cientistas podem trazer avanços e consequências para sua vida e sociedade. Hazen e Trefil (1991) ainda defendem que a Alfabetização Científica é o conhecimento que devemos possuir para entendermos os resultados divulgados pela ciência.

Trazer para dentro da sala de aula uma Alfabetização Científica funcional, segundo Shamos (1995), contribui para o entendimento de conceitos e ideias e a utilização deles de maneira adequada para que o aluno possa se comunicar, ler e construir novos significados.

## 6. CONCLUSÃO

O presente estudo se pautou em trabalhar com aulas experimentais voltadas para o entendimento de um contexto presente na realidade dos alunos, com objetivo de torná-los alfabetizados cientificamente.

Para tanto, abordaram-se os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais na construção do conhecimento científico, valorizando a autonomia da reflexão e interpretações de questões-problemas.

O trabalho compreendeu a realização de sete aulas, envolvendo estudantes dos três anos do Ensino Médio e findou com a elaboração de um produto, denominado sequência didática, que servirá de apoio aos profissionais da área que queiram utilizá-las, assim como guia para elaboração de outros produtos semelhantes.

A avaliação adotada nos processos serviu-se de métodos quantitativos e qualitativos e se relaciona com a verificação de acertos em números e qualidade das questões-problemas, sendo observadas antes e depois de cada aula.

As questões-problemas, são defendidas a fim de estimular o raciocínio dos alunos e despertar o pensamento científico. Pozo e Crespo (2009) defendem tais questões e a chamam de problematização.

Ao observar os resultados de tais questões antes e depois da aula, pode-se verificar que houve uma apropriação do conteúdo de maneira eficaz pelos alunos, pois estes conseguiram relacionar o aprendizado vinculado à aula com questões cotidianas, nas interpretações de problemas, o que lhes conferiu uma capacidade de posicionamento. Dessa forma, pode-se afirmar que foram atingidos os objetivos propostos de correlacionar resultados obtidos em procedimentos experimentais à resolução de problemas contextualizados e relacionar os conteúdos científicos nas implicações da sociedade.

O resultado obtido nas questões-respostas e a discussão delas provenientes possibilitam também verificar que as aulas experimentais podem e conseguem ser promotoras da alfabetização científica, atingindo o objetivo de incutir nos alunos o despertar ao conhecimento científico, promovendo a aquisição de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Com efeito, que os conteúdos conceituais foram atingidos, pois constata-se que houve a abordagem de conceitos científicos em maior quantidade após as aulas, como observado nas questões-problemas relacionadas à identificação de nutrientes em que os alunos mencionaram o termo carboidrato e souberam exemplificá-los em maior porcentagem do que antes do experimento. Isso também ocorreu na questão referente a qual alimento deve ser consumido em maior quantidade pelos atletas, cujos conceitos foram explorados de maneira mais aprofundada, diferindo das respostas dadas anteriormente à aula.

Outras questões comprovam a melhoria na abordagem de tais conteúdos após a aula experimental, visto que os alunos conseguiram observar na prática os procedimentos sendo comprovados, como o teste realizado com o arroz branco polido e o arroz integral, que oportunizou a verificação da menor disponibilização de carboidratos, eficaz na redução da glicemia corporal, e por tal motivo o arroz integral é indicado para pacientes com diabetes.

Há ainda outros experimentos que comprovam a promoção do conteúdo conceitual, como a relação do pH com a adição de limão à carne de peixe (ceviche) e os experimentos com fungos fitopatogênicos etc.

Essas observações favorecem o aprendizado, o que foi demonstrado nas melhorias das respostas das questões-problemas.

Foram também adotados os conteúdos procedimentais e atitudinais, sendo que os procedimentais foram observados no momento em que os alunos refletiram e levantaram questionamentos, agindo de maneira a interpretar as questões abordadas; já os atitudinais foram atingidos ao se trabalhar em equipe, em um ambiente de cooperação e divisão dos trabalhos, vinculando o trabalho as ideias de Coll (1997) que aborda a necessidade de cumprir o compromisso filosófico da escola.

Com isso, nota-se que houve um estímulo e o despertar do pensamento científico, promovendo a aquisição de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, concluindo outro objetivo proposto no trabalho.

Todos os procedimentos adotados nas aulas seguem a orientação da professora, que mediante o ensino por investigação implementa as atividades propostas, cumprindo o objetivo que indica a necessidade de um professor atuante, como mediador e coordenador, no processo de reflexão dos problemas.

Além de cumprir com os objetivos propostos, não se pode deixar de destacar o fator motivador existente nas aulas experimentais. Isso foi relatado pelos alunos que defendem essa modalidade de aula e mencionam que o processo educativo se tornaria melhor se todas as aulas partissem da mesma premissa. Outros relataram que deixariam de seguir um caminho profissional almejado para seguir a Biologia, tamanho seu interesse pelas aulas experimentais.

Muitas outras questões verificadas e discutidas acima permitem relacionar a eficácia da aula experimental na promoção da Alfabetização Científica como proposto na questão de pesquisa.

Tal abordagem propicia aos alunos que saibam se posicionar em conversas, proceder corretamente ao escolher um alimento e se nortear na construção do pensamento científico, interferindo no modo de assimilação de conteúdos.

Vinculando o aprendizado à utilidade social, Chassot (2003) defende que o aprendizado deve fazer sentido também fora da sala de aula, ou seja, é necessário que os alunos saibam relacionar o conhecimento adquirido com os processos sociais, assim como saibam entender as tecnologias e o uso delas em prol da melhoria de vida.

Ainda na perspectiva de alfabetizar cientificamente, Sasseron e Carvalho (2008) apontam a necessidade de uma educação vinculada à funcionalidade, em que o conteúdo aprendido tenha um determinado fim, sendo útil à vida e Díaz, Alonso e Mas (2003, p.3) consideram que: "a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de Ciência; estas razões se baseiam em benefícios práticos, pessoais e sociais".

Afim de cumprir o papel de construir o conhecimento e alfabetizar cientificamente as aulas experimentais abordam o processo educativo de maneira globalizado e contextual, estimulando os educando a se posicionarem como autônomos e críticos em relação ao processo ao qual eles fazem parte.

Saber se posicionar perante a fatos científicos, atuando perante ao processo educativo com atitudes científicas, e se tornando autônomo no conhecimento.

Fazendo assim com que eles mesmos descubram que o ensino faz sentido a vida e a ele está ligado.

Trazendo assim as aulas experimentais para um âmbito mais eficaz do ensino de Biologia.

## REFERÊNCIAS

ABOU SAAB, Leila Andraus; GODOY, Marcela Teixeira. **Experimentação nas aulas de biologia e a apropriação do saber**. Ponta Grossa, 2007. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2007\\_uepg\\_bio\\_artigo\\_leila\\_andraus\\_abou\\_saab.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2007_uepg_bio_artigo_leila_andraus_abou_saab.pdf)>. Acesso em: 22 jul. 2014.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Conceitos de biologia**. São Paulo: Editora Moderna. Volume Único.

AQUARONE, Eugênio; BORZANI, Walter; LIMA, Urgel de Almeida. **Biotecnologia industrial**, vol. 4, ed. Edgard Blücher Ltda. 4ª reimpressão 2011.

AXT, Ronaldo. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: MOREIRA, Marco Antonio; AXT, Ronaldo (Org.). **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991. p.79-90.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

BARBERÀ, Elena; BOLÍVAR, Antonio; CALVO, José Ramón. **O construtivismo na prática**. Tradução de Magda Schwartzaupt Chaves Porto Alegre: Artmed, 2004.

BBC. **Atleta sul-africana com sexo questionado é autorizada a voltar a competições**. 06 jul. 2010. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2010/07/100706\\_semenya\\_retorno\\_iaaf\\_rw.shtml](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2010/07/100706_semenya_retorno_iaaf_rw.shtml)>. Acesso em: 30 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Americana relata drama de descobrir na adolescência ter genética masculina**. 13. out. 2011. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2011/10/111013\\_meninooomenina\\_is.shtml](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2011/10/111013_meninooomenina_is.shtml)>. Acesso em: 30 set. 2015.

BEST, John W. **Research in education**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1970.

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Ática, 2007.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 1999.



\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

\_\_\_\_\_. SEMTEC. **PCNs+ ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BYBEE, Rodger W.; DeBOER, George E. Research on Goals for the Science Curriculum. In: GABEL, Dorothy L. (Ed.). **Handbook of Research in Science Teaching and Learning**. New York: McMillan, 1994. p.357-387.

CAGNONI, Mariangela Ribeiro. **Microbiologia Prática** - Aplicações de Aprendizagem de Microbiologia Básica - 2ª Ed. – 2011. Ed. Atheneu.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério G. **O ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo. FTD, 2009.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**." São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; TINOCO, Sandra Carpinetti. O ensino de ciências como enculturação. In: CATANI, Denice Barbara; VICENTINI, Paula Perin (Orgs.). **Formação e autoformação**: saberes e práticas nas experiências dos professores. São Paulo: Escrituras, 2006. p.251-255.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; GARRIDO, Elsa; CASTRO, Ruth S. El papel de las actividades en la construcción del conocimiento en clase. **Investigación Em la Escuela**, n.25, p.60-70, 1995.

CÉSAR, da Silva Junior; SEZAR, Sasson; CALDINI, Nelson Junior. **Biologia volume 2**. Ed.Sairava – Livreiros editores, São Paulo, 2013 – 11ª ed.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v.23, n.22, p.89-100, 2003.

\_\_\_\_\_. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 6.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014. 368 p. (Coleção Educação em Química).

COLL, Cesar. **Psicopedagógica à elaboração do currículo escolar**. São Paulo: Ática, 1997.

DEMO, Pedro. **Educação e alfabetização científica**. Campinas, SP: Papirus, 2010. (Coleção Papirus Educação).

DÍAZ, José Antonio Acevedo; ALONSO, Ángel Vázquez; MAS, María Antonia Manassero. Papel de La Educación CTS em uma Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.2, p.80-111, 2003.

DRIVER, Rosalind; BELL, Beverley. Students Thinking and the Learning of Science. **School Science Review**, v.67, n.240, p.443-456, 1986.

EISNER, Elliot W. On the differences between scientific and artistic approaches to qualitative research. **Educational Researcher**, v.10, n.4, p.5-9, 1981.

ERICKSON, Frederick. Qualitative methods in research on teaching. In: WITTROCK, Merun C. (Ed.). Handbook of research on teaching. 3.ed. New York: Macmillan Publishing Co., 1986.

FIRESTONE, William A. Meaning in method: The rhetoric of quantitative and qualitative research. **Educational Researcher**, v.16, n.7, p.16-21, 1987.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução de Joice Elias Costa. 3.ed. Porto Alegre. Artmed, 2009. 405 p.

FREITAS, Diana Paula Salomão de; SOUZA, Neusiane Chaves de. A alfabetização científica desenvolvendo o senso crítico e construindo posicionamentos. In: ANPESUL - SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO NA REGIÃO SUL, 9., Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul, RS, 29 de julho a 1.º de agosto de 2012. p.1-16.

FREITAS, Elisandra Carneiro de. **Portal do professor: a organização das aulas de Biologia no Espaço da Aula**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2011.

GALBRAITH, Jay. **Designing complex organizations**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1973.

GELEHRTER, Thomas D.; COLLINS, Francis S. **Fundamentos de genética médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

GIL, Daniel.; TORREGROSA, Joaquín Martínez A. **La resolución de problemas de física**. Madri: MEC, 1987.

GIL-PÉREZ, Daniel. Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.11, n.2, p.197-212, 1993.

HARRIS, Douglas N.; SASS, Tim R. Teacher Training, teacher quality and student achievement. **Working Paper 3**, 2007. Disponível em: <[http://www.teacherqualityresearch.org/teacher\\_training.pdf](http://www.teacherqualityresearch.org/teacher_training.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2015.

HAZEN, Robert M.; TREFIL, James S. **The Sciences: An Integrated Approach**. 3rd edition. NY: Wiley, 2000.

HODSON, Derek. In search of a meaningful relationship: an a exploration of some issues realing to integration in science and a science education. **International Journal of Science Education**, v.14, n.5, p.541-562, 1992.

HOFSTEIN, Avj; LUNETTA, Vincent N. The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. **Review of Educational Research**, n.52, p.201-217, 1982.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, María Pilar; SANMARTÍ, Neus ¿Qué ciência ensinar? Objetivos y contenidos de la educación secundaria. In: CARMEN, Luis del (ad.). **Cuadernos de Formación del Profesorado de Educación Secundaria: Ciencias de la Naturaleza**. Barcelona: Horsori, 1997.

KRASILCHIK, Myriam. **Práticas do ensino de biologia**. 4.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

LEITE, Adriana Cristina Souza; SILVA, Pollyana Alves Borges; VAZ, Ana Cristina Ribeiro. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.7, n.3, p.1-16, 2005.

LEWIS, A. M. Figueroa; LOMÁSCOLO, T. M. Monmany. La metodología científica en la construcción de conocimientos. **Enseñanza de las Ciências**, v.20, n.2, p.147-510, 1998.

LIMA, Daniela Bonzanini; GARCIA, Rosane Nunes. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, v.24, n.1, 2011.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio**, v.3, n.1, 2001.

LUCAS, Sandra; VASCONCELOS, Clara. Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: um estudo com professores do 7.º ano de escolaridade. **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.3, p.1-22, 2005.

MILES, Matthew B.; HUBERMAN, A. Michael. Drawing valid meaning from qualitative data: toward a shared craft. **Educational Research**, v.13, n5, p.20-30, 1984.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marcos Antônio; LEWANDOWSKI, Carlos Ernesto. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MORIN, Edgar. A necessidade de um pensamento complexo. In: MENDES, Candido (Org.); LARRETA, Enrique (Ed.). **Representação e complexidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2003.

\_\_\_\_\_. Introdução ao pensamento complexo. 4.ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

\_\_\_\_\_. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. 2.ed. rev. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa H. A linguagem em uma aula de ciências. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v.2, n.11, p.49-57, 1996.

NUFFIELD, F. **Biology: Teachers' Guide**. UK, Longmans Green, 1996.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia. GALUCH, Maria Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas; RIBEIRO, Alessandra Cláudia. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e na apropriação do saber científico e tecnológico. **Revista de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.2, p.299-309, 2007.

PELLA, Milton O.; O'Hearn, George T.; GALE, Calvin W.. Referents to scientific literacy. **Journal of Research in Science Teaching**, v.4, p.199-208, 1966.

PIAGET, Jean. **Epistemologia genética**. Tradução de Álvaro Cabral. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

PIMENTA, Selma Garrido; ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2002.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Àngel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução de Naila Freitas. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RIVKIN, Steven G; HANUSHEK, Eric A.; KAIN, John F. Teachers, school, and academic achievement. **Econometrica**, v.73, n.2, p.417-458, 2005. Disponível em: <<http://edpro.stanford.edu/Hanushek/admin/pages/files/uploads/teachers.econometrica.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2015.

ROLANDO, Salinas D. Alimentos e Nutrição - **Introdução à Bromatologia**. 3ªed. Artmed, 2002.

ROWAN, Brian. Teachers matter: Evidence from value-added assessments. **Research Points**, v.2, n.2, 2004. Disponível em: <[http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content\\_storage\\_01/0000019b/80/1b/a8/79.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/1b/a8/79.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2015.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v.12, n.36, p.475, set./dez. 2007.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.1, p.59-77, 2008.

SHAMOS, Morris. **The Myth of Scientific Literacy**. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1995.

**APÊNDICE**  
**MODELOS DAS AULAS EXPERIMENTAIS**

## 1.º ano - 1.ª aula

### Tema: Identificação de nutrientes nos alimentos.

---

Questões-problemas:

01. Quais os tipos de alimentos que devem ser consumidos com moderação pelos diabéticos? Por quê?

---

---

02. Um atleta deve priorizar qual tipo de alimento para ter disponível quantidade suficiente de energia para competir? Por quê?

---

---

03. Uma mulher que deseja fazer dieta, objetivando perda de massa corporal, deve se restringir de quais tipos de alimentos? Por quê?

---

---

04. Uma nutricionista receita a um diabético a substituição do arroz branco pelo arroz integral. Por qual motivo o arroz integral pode auxiliar na diminuição de glicose no sangue do diabético, auxiliando no tratamento da doença?

---

---

**I - Apresentação:** Nos alimentos existem variados componentes, o qual chamamos de nutrientes. Entre eles os mais comuns são os carboidratos, que servem como fonte de energia, proteínas, para construção celular e lipídeos, que também são excelentes fontes energéticas. Para detectar tais componentes existem centros de fiscalização do governo, onde os cientistas estão preocupados com a qualidade dos alimentos ingeridos (CÉSAR E SEZAR,2013).

Visto que as necessidades nutricionais são de extrema importância para manutenção de uma boa saúde, ocorre a necessidade de sabermos nos posicionar no momento da obtenção desses alimentos (CÉSAR E SEZAR,2013).

Os alimentos não devem somente atender nosso paladar, mas devem estar diretamente relacionados com a responsabilidade de nos mantermos saudáveis, assim como estão diretamente relacionados com a perda e o ganho de massa corporal (CÉSAR E SEZAR,2013).

Ser responsável e autônomo ao saber escolher um alimento deve fazer parte do aprendizado fornecido na experimentação, visto que somente saber qual componentes químicos fazem parte de qual alimento e não relacionar à uma alimentação saudável não teria significado.

No entanto, ao adotar a intenção de fazer uma dieta para perda ou ganho de massa corporal deve saber exatamente quais alimentos devem ser ingeridos e em quais quantidades, visto que a manutenção do peso está diretamente relacionada com uma vida saudável, prevenindo doenças como diabetes adquirida (tipo 2), pressão alta, obesidade e cardiopatias de maneira geral.

Saber quais alimentos adotar para manutenção de uma vida saudável deveria ser pré-requisito de todos os currículos escolares, estando presente desde a pré-escola, incentivando desde pequeno o cuidado do corpo e da saúde.

Tabela de calorias por grupos de alimentos e porções necessárias diariamente:

GRUPOS DE ALIMENTOS	CALORIAS PROPOSTAS (por porção)	Nº DE PORÇÕES P/ DIA 2500 kcal
Grupo 1 Cereais, pães, raízes e tubérculos	150 kcal	8 porções/dia
Grupo 2 Hortaliças	15 kcal	3 porções/dia
Grupo 3 Frutas e sucos de frutas	70 kcal	3 porções/dia
Grupo 4 Leites, queijos e iogurtes	120 kcal	3 porções/dia
Grupo 5 Carnes e ovos	130 kcal	2 porções/dia
Grupo 6 Leguminosas	55 kcal	1 porção/dia
Grupo 7 Óleos e gorduras	120 kcal	2 porções/dia
Grupo 8 Açúcares, balas, chocolates, salgadinhos	80 kcal	2 porções /dia
<b>SOMA DAS CALORIAS</b>		<b>2530 kcal</b>

Fonte: Anvisa (2015).

**II - Objetivo:** Determinar a presença de proteína, glicose e carboidratos nos alimentos, assim como correlacionar tais nutrientes à uma alimentação adequada.



**III - Materiais utilizados:** Água destilada – papel de alumínio ou placa de Petri – amostras de alimentos – Pinça – Béquer – Solução de Biureto – caneta para marcar vidro – solução de iodo – conta-gotas – tubos de ensaio – tabela de calorias e porções de alimentos (Anvisa).

#### **IV - Procedimentos:**

##### **Atividade 01**

▪ **Parte A - Detectando um complexo de carboidratos (amido)**

1. Coloque 4 diferentes tipos de alimentos em uma placa de Petri.
2. Com um conta-gotas, adicione três gotas de iodo em cada amostra. A cor preta indicará a presença de amido.
3. Observe e anote os resultados na tabela.

▪ **Parte B - Detectando um açúcar simples**

1. Amasse alguns alimentos separadamente e coloque-os nos tubos de ensaio. Identifique-os.
2. Acrescente 2ml de Reativo de Benedict e ferva, com cuidado, os tubos.
3. Observe a coloração e anote os resultados.

▪ **Parte C - Detectando proteínas**

1. Coloque diferentes alimentos em tubos de ensaio (pode precisar acrescentar água destilada). Identifique-os.
2. Faça um tubo controle contendo água destilada ou deionizada.
3. Acrescente 5 gotas de solução de Biureto em cada tubo.
4. O aparecimento da cor violeta ou cor-de-rosa indicará a presença de proteínas.
5. Anote os resultados.

Obs.: Na coluna que informa esperado anota-se positivo ou negativo para o que se espera de cada alimento discriminado.

**Atividade 02** - Complete o que se pede, após as observações do experimento realizado na atividade 01.

**Atividade 03** - Monte um cardápio para um homem em dieta normal, com as informações fornecidas pela tabela da Anvisa (porções alimentares e calorias dos alimentos).

Obs.: Os alimentos marcados para as referidas análises são marcados com um X na coluna de teste no lugar intitulado Esperado

**Atividade 01** - Preencha a tabela abaixo com os resultados obtidos na experiência:

Alimento	Teste de Carboidrato (A)		Teste de Glicose (B)		Teste de Proteína (C)	
	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado
1. Arroz branco	X					
2. Arroz integral	X					
3. Bolacha	X					
4. Feijão	X					
5. Leite			X		X	
6. Pão	X					
7. Clara de ovo					X	
8. Farinha de trigo	X					
9. Queijo					X	
10. Presunto					X	
11. Mel			X			
12. Suco de laranja			X			

**Atividade 02** - Observe os resultados e marque quais os nutrientes estão presentes em maior quantidade em cada alimento abaixo:

Marque A para o alimento rico em Carboidrato

B para o alimento rico em Proteína

C para o alimento rico em Açúcar

( ) Leite

( ) Bolacha

( ) Arroz

( ) Carne

( ) Queijo

( ) Clara de ovo

( ) Pão

**Atividade 03** - Com as informações das porções adequadas de alimentos por dia para uma pessoa, monte um cardápio (respeitando as 2000 calorias para um homem adulto).

As calorias dos alimentos e as porções de cada grupo alimentar serão previamente indicadas.

Café da manhã: \_\_\_\_\_

Lanche: \_\_\_\_\_

Almoço: \_\_\_\_\_

Lanche: \_\_\_\_\_

Jantar: \_\_\_\_\_

Ceia: \_\_\_\_\_

Total de calorias: \_\_\_\_\_

**1.º ano - 2.ª aula****Tema: pH das substâncias biológicas.**

---

Questões-problemas:

01. A queimação estomacal pode ser solucionada com a ingestão de um antiácido. Como isso se relaciona com o pH?

---

---

02. Um técnico que trabalha numa indústria cervejeira observa que a velocidade de uma reação na produção de cerveja aumenta quando ele aumenta o pH. A dúvida do técnico é a seguinte: Será que quanto mais eu aumentar o pH dos reagentes, mais rápida se processará a reação?

---

---

03. Cada região do nosso corpo possui um determinado pH. O que ocorre quando um indivíduo adoece, vítima de câncer bucal e o mesmo modifica o pH da boca de neutro á ácido?

---

---

04. Relacione a adição de limão à carne do peixe (ceviche) com o processo de pH.

---

---

**I – Apresentação:** Sabemos se uma substância em solução é ácida, básica ou neutra determinando o seu pH (potencial de hidrogênio iônico). (CÉSAR E SEZAR,2013).

A escala para indicar as concentrações de íons  $H^+$  é conhecida como escala de pH, que varia no intervalo entre 0 a 14. A água pura é neutra, pois a quantidade de íons  $H^+$  é igual a quantidade de íons  $OH^-$ . As soluções básicas têm pH acima de 7 e as ácidas abaixo de 7. (CÉSAR E SEZAR,2013).

A importância do pH está no fato de que as reações químicas e bioquímicas podem ser inibidas ou ativadas conforme o grau de acidez ou alcalinidade no interior de uma célula. A maior parte das reações químicas dentro do organismo humano ocorre ao redor do pH 7, mas há reações que ocorrem em outro pH. Por exemplo, a degradação da proteína no estômago, por ação da pepsina ocorre em pH 1,5 a 2,5, a degradação de alimento no intestino sob ação da tripsina em pH entre 8 a 10. (CÉSAR E SEZAR,2013).

Assim a atividade da matéria viva depende de condições ideais do meio e estas condições dentro de parâmetros de acidez e basicidade. (CÉSAR E SEZAR,2013).

**II - Objetivo:** Fazer testes de pH em diferentes substâncias biológicas e compreender a importância do pH do meio para a matéria viva.

**III - Materiais utilizados:** Suco de laranja – soda cáustica – suco de limão – leite de magnésia – bicarbonato de sódio – água – vinagre – frascos de vidro – papel indicador universal – pinça – guardanapo de papel.

**IV - Procedimentos:**

**Atividade 01**

- Esquematize sua tabela de pH.

**Atividade 02**

- Passe de mesa em mesa e com auxílio de uma pinça mergulhe a fita de papel indicador universal na substância contida na mesa.

**Atividade 03**

- Observe a tabela com a escala de cor padrão e responda o que se pede.

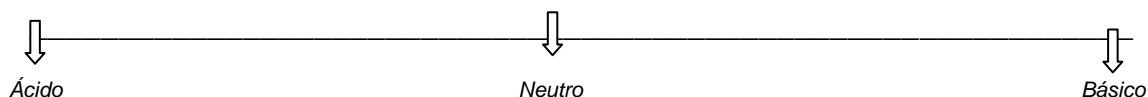
**Atividade 04**

- Coloque em um tubo de ensaio 10 ml de clara de ovo e sobre o mesmo goteje 10 gotas de Na (OH). Observe.

**Atividade 05**

- Observe um copo com peixe e limão (ceviche), alimento típico do Peru e relacione à aula.

**Atividade 01** - Na tabela abaixo complete uma escala de pH, variando de 0 a 14, indique pH ácido, pH básico e pH neutro.



**Atividade 02** - Registre na tabela abaixo os resultados obtidos após os testes das diferentes substâncias colocadas à disposição nas mesas:

Mesa – número	Substância	Valor do pH	Tipo do pH
01	Laranja		
02	Limão		
03	Leite de magnésia		
04	Vinagre		
05	Soda Cáustica		
06	Café		
07	Leite		
08	Ovo		
09	Ácido clorídrico		
10	Carne de peixe		

**Atividade 03** - Marque V ou F para alternativas abaixo:

- ( ) A importância do pH está em que as reações químicas nos organismos vivos podem ser alteradas por ele.
- ( ) O que caracteriza um meio ácido é a alta concentração de íons H.
- ( ) O que caracteriza um meio básico é a baixa concentração de íons OH.
- ( ) A expressão pH significa potencial de hidrogeniônico.
- ( ) O pH ótimo da enzima tripsina está ao redor de 8,0, atuando, portanto, em meio básico.
- ( ) O leite que consumimos deve apresentar um pH ideal de 14 na escala de pH.
- ( ) A piscina do colégio para apresentar condições adequadas deve apresentar um pH em torno de 1 na escala de pH.
- ( ) A Sanepar distribui água à população com pH 7,0.

**Atividade 04** - Coloque 10 ml de clara de ovo em um tubo de ensaio e goteje 10 gotas de hidróxido de sódio sobre o mesmo. Observe, desenhe e anote os componentes ao lado.



## 2.º ano - 1.ª aula

### Tema: Atuação de micro-organismos no cotidiano.

---

Questões-problemas:

01. Sabemos que uma questão primordial para o desenvolvimento dos fungos é uma temperatura de aproximadamente de 37 °C. Por que então no inverno encontramos paredes mais emboloradas, assim como micose entre os dedos, do que no verão?

---

---

02. Porque apartamentos voltados para face norte são mais valorizados? Existe alguma relação com o ditado popular que diz: Onde não entra sol, entra médico?

---

---

**I - Apresentação:** A aula aborda a fermentação, assim como a atuação dos fungos nos mais diversos aspectos, lugares e ações na natureza. Também conhecidos como bolores, mofos, leveduras, cogumelos, orelhas-de-pau, contribuem de forma fundamental no ciclo da matéria nos ecossistemas, pois muitos são decompositores de matéria orgânica. Eles podem ser unicelulares ou pluricelulares. Alguns são causadores de doenças, outros comestíveis e outros usados na indústria para fabricação de bebidas, pães e maturação de queijos como *roquefort* e *camembert*. Alguns fungos são venenosos, como *Amanita muscaria* que provoca efeitos alucinógenos, ocasionando sérios danos ao sistema nervoso. Na indústria farmacêutica alguns fungos estão vinculados com a produção de penicilina, antibiótico que inibe o desenvolvimento de bactérias (CÉSAR E SEZAR,2013).

São classificados em:

- Zigomicetos – bolor negro do pão
- Ascomicetos – Mofo, bolores, trufa, *Penicillium*, LSD, *Morchella*, leveduras
- Basidiomicetos – Cogumelos, orelhas-de-pau
- Deuteromicetos – Doenças em plantas e animais (CÉSAR E SEZAR,2013).

**II - Objetivo:** Relacionar as experiências observadas no laboratório com a alimentação.

**III - Material utilizado:** Microscópio – lâminas – lamínulas – fermento biológico – exemplares de fungos – solução de água com açúcar – bexigas – tubos de ensaio – gelo – água quente.

**IV - Procedimento:**

#### **Atividade 01**

- Serão preparados vários tubos de ensaio para observação.
- Os alunos prepararão dois tubos de ensaio.
- Fazer uma solução de água mais açúcar mais fermento em colocar nos dois tubos de ensaio identificados com M e F.
- No tubo de ensaio F – coloca-se água fria. No tubo de ensaio M – coloca-se água morna.
- Os outros dois tubos são preparados pelo professor e colocados para observação.
- Em um tubo – tubo 1 – será colocado água mais fermento e será colocado em água morna.
- Em outro tubo – tubo 2 – será colocado água mais fermento mais açúcar e será colocado em água fervendo.
- Deve-se colocar uma bexiga sobre a boca de todos os tubos com soluções.
- Espere uns 20 minutos e observe o resultado.
- Desenhe as bexigas sobre os tubos de ensaio esquematizado no seu relatório, mostrando como ficaram após o experimento.



**Atividade 02**

- Sobre uma lâmina pingue uma gota da solução da que contenha água mais açúcar mais fermento, coloque lamínula sobre a gota.
- Leve ao microscópio, observe e desenhe no campo da atividade 2 as leveduras.

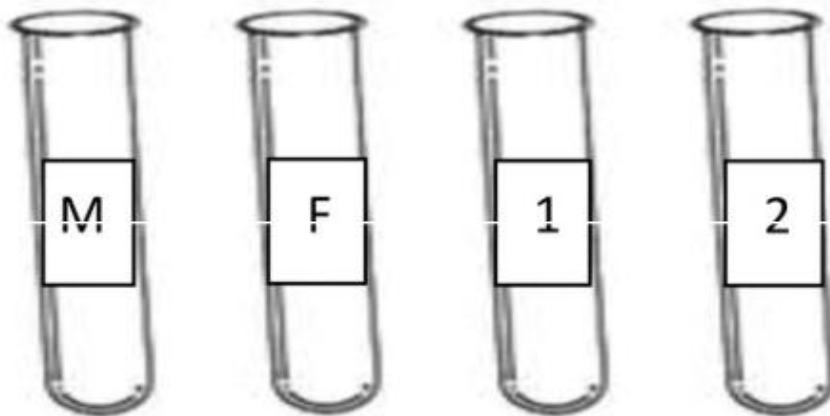
**Atividade 03** - Faça uma lâmina com o fungo do pão embolorado.

**Atividade 04** - Responda as questões relacionadas com a experiência da atividade 1.

**Atividade 05** - Complete o quadro identificando os tipos de fungos a suas respectivas classes.

Relatório do aluno:

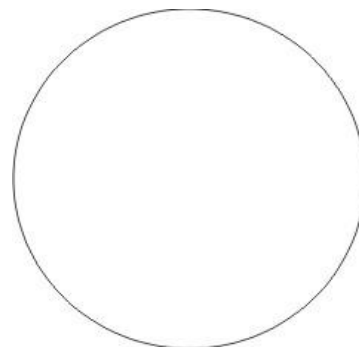
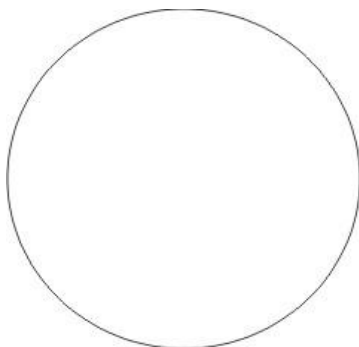
**Atividade 01** - Preparar os tubos conforme instruções acima, observe e desenhe o resultado:



**Atividade 02** - Coloque em uma lâmina a mistura da atividade 01

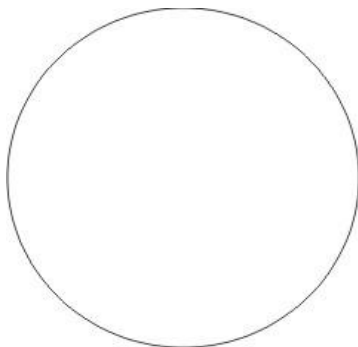
**Atividade 03** - Coloque em uma lâmina fungo preto do pão

Observe no microscópio desenhe e identifique as estruturas

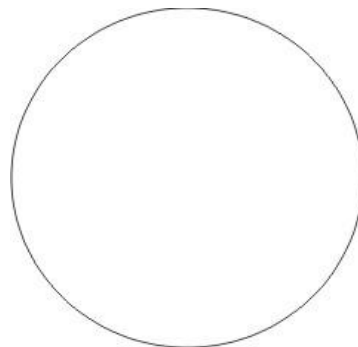


**Atividade 04** - Observe e desenhe as lâminas de fungo *Aspergillus* e *Penicillium*:

Fungo *Penicillium*



Fungo *Aspergillus*



**Atividade 05** - Observe e identifique os tipos de fungos apresentado na bandeja:

	Zigomicetos	Ascomicetos	Basidiomicetos	Deuteromicetos
<i>Bolor negro do pão</i>				
<i>Mofos</i>				
<i>Bolores</i>				
<i>Trufas</i>				
<i>Leveduras</i>				
<i>LSD</i>				
<i>Morchella</i>				
<i>Cogumelos</i>				
<i>Orelhas-de-pau</i>				
<i>Vassoura de bruxa</i>				
<i>Sapinho</i>				

**Atividade 06** - Responda as questões abaixo

10. Quais são os produtos da fermentação?

---



---

11. Quais são as condições ambientais para os fungos se desenvolverem?

---



---

12. O processo observado faz correlação com algum processo do seu cotidiano?

---



---

## 2.º ano - 2.ª aula

### Tema: Fermentação láctica, alcoólica e acética.

---

Questões-problemas:

01. Os micro-organismos estão relacionados com o processo alimentar? Se a resposta for positiva, exemplifique os processos e alimentos.

---

---

02. A fermentação láctica está presente no organismo humano?

---

---

#### I - Apresentação:

A **Fermentação láctica** é a fermentação do leite realizada por bactérias, produzindo ácido láctico como produto final. Compreende vários tipos de produtos: iogurte, leite acidófilo, a coalhada, o leitelho e o quefir. São resultados da fermentação da bactéria *Lactobacillus bulgaricus* e do *Streptococcus lacticus*, que fermentam a lactose em glicose e galactose, que são açúcares pequenos e conseguem entrar na célula bacteriana e a partir daí sofrem fermentação produzindo ácido láctico como produto. (Biotecnologia Industrial,2001).

**Fermentação alcoólica** – É realizada por fungos do gênero *Sacharomyces cerevisae*, atuam na degradação da glicose e produção de álcool e gás carbônico. Tal processo é observado em pães, vinhos, uísque, cachaça e cerveja. (Biotecnologia Industrial,2001)

**Fermentação acética** – A fermentação acética ocorre após a fermentação alcoólica e utiliza o etanol oriundo da fermentação alcoólica para conversão em ácido acético. As bactérias que participam de tal processo são chamadas de *Acetobacter*.

Para que a fermentação acética ocorra primeiro tem que haver a fermentação alcoólica, um processo anaeróbio (que produz no final álcool e gás carbônico), logo após a bactéria (acetobactéria) através da fermentação acética degrada o álcool em ácido

acético, tal processo agora é aeróbio. No final obtém-se o ácido acético, comercialmente denominado vinagre. (Biotecnologia Industrial,2001)

**II - Objetivo:** Relacionar as experiências observadas no laboratório com o cotidiano

**III - Material utilizado:** Iogurte natural – recipiente de vidro – papel filme – caixa térmica - 2 litros de leite – 200 gr de açúcar – iogurte natural – 1 quilo de maçã – 2 litros de água mineral – 2 xícaras de açúcar mascavo – água mineral – caldo-de-cana – fermento biológico (leveduras).

**IV - Procedimento:**

**Atividade 01 - Produzindo iogurte**

- Ferver o leite à 80 °C a fim de matar as bactérias que podem impedir que o leite se transforme em iogurte.
- Após atingir tal temperatura, desliga-se o fogo e resfriamos o leite a 45 °C.
- Coloca-se um pote de iogurte natural e cobre-se com papel filme.
- Colocar num caixa térmica ou na estufa por 5 horas.

**Atividade 02 - Produzindo vinagre de maçã**

- Cortar ½ quilo de maçã, com casca sem sementes, em cubos pequenos e colocar numa jarra.
- Adicionar 1 xícara de chá de açúcar mascavo, 1 litro de água mineral.
- Colocar num recipiente e vedar com uma luva cirúrgica a boca do mesmo.
- Todo processo que ocorrerá nesse período é anaeróbio e deverá ocorrer em local fechado.
- Esperar por um período de 3 a 4 semanas.
- Após 3 a 4 semanas coar e transferir de frasco.
- Deixar nesse frasco coberto com gaze por mais 3 a 4 semanas para que o álcool produzido na fermentação alcoólica e posteriormente se transforme em ácido acético (processo aeróbio).
- Após esse período de espera o vinagre estará pronto.

**Atividade 3** - Produzindo picles:

- Cortar os pepinos, retirar as sementes e fatiar.
- Lavar os legumes.
- Descascar as cebolas, cortar os rabanetes.
- Colocar num frasco e adicionar temperos a gosto (alho, pimenta biquinho).
- Colocar sal, água e açúcar.

**Atividade 01** - As bancadas 1 e 2 realizarão a produção de iogurte.

**Atividade 02** - As bancadas 3, 4 e 7 realizarão a produção de vinagre de maçã.

**Atividade 03** - As bancadas 5, 6 e 8 realizarão a produção de picles.

**2.º ano - 3.ª aula****Tema: Cultivo e observação de micro-organismos e fungos fitopatogênicos.**

---

Questões-problemas:

01. Os fungos podem ser usados como controle biológico de outros fungos ou bactérias?

---

---

**I - Introdução:**

Os meios de cultura são preparações químicas que possuem em sua formação nutrientes necessários para que os micro-organismos possam se multiplicar permitindo seu crescimento, seu cultivo, sua análise. O meio BDA é um dos mais utilizados em laboratórios. Nesse meio, a batata serve como fonte de nutrientes, a dextrose como fonte de açúcar simples e o ágar tem a função de solidificar o meio. (Microbiologia prática, 2011).

Foi trabalhado com os alunos também os fungos fitopatogênicos e sua atuação na natureza como controle biológico.

**II - Objetivo** - Compreender a atuação dos fungos na natureza, em processos patogênicos e no controle biológico (pragas).

**III - Materiais** - Placas de Petri – ágar – 20 gr de dextrose – 200 gr de batata – 20gr de ágar - bico de Bunsen - placas de Petri com meio de cultura pronto – placas com fungos fitopatogênicos (fornecidos pela Embrapa) - cotonete – microscópio estereoscópico (lupa) - água – algodão – autoclave.

**IV - Metodologia:**

- A 1.<sup>a</sup> atividade está relacionada a confecção de um meio de cultura com os ingredientes: ágar, dextrose e batata.
- Após a confecção do meio, faremos a semeadura no mesmo e observaremos o crescimento microbiano.
- Coloca na estufa e espera 48 horas.
- Após esse período observam-se as placas.
- A 2.<sup>a</sup> atividade será a observação de meios prontos, do tipo BDA, fornecido pela Embrapa com fungos e bactérias (não patogênicos ao homem) já inoculados –fungos fitopatogênicos.

**V - Procedimentos:**

**Atividade 01**

- Cortar 200 gr de batata e deixar ferver até ficar amolecidas, coar e reservar o caldo.
- Adicionar 20 gr de ágar e 20 gr de dextrose, completar com água até atingir 1 litro.
- Autoclavar por 20 min.
- Esfriar e despejar nas placas de Petri.
- Espere solidificar.
- Faça a semeadura.

A semeadura deve ocorrer da seguinte maneira:

- Cada equipe escolherá um local de onde coletarão material para semear na placa.
- Sobre o local escolhido deve-se esfregar um cotonete e em seguida passar na placa com meio de cultura.

- A placa somente será aberta no momento da semeadura, permanecendo atrás da chama de uma lamparina, evitando contaminação do meio.
- Deixaremos uma placa sem semeadura como controle.
- Uma placa ficará aberta para que ocorra contaminação do ar.
- Em seguida colocamos na estufa na temperatura de 37 °C e deixar por um período de 48 horas.
- Após esse período analisar as placas e desenhar o observado.

### Atividade 02

- Observar as placas com fungos fitopatogênicos da Embrapa.
- Desenhar o observado.

**Atividade 1** - Observe a placa de Petri com meio de cultura BDA, com auxílio de lupa, microscópio estereoscópico e desenhe:



**Atividade 2** - Observe a placa de Petri com fungos fitopatogênicos, com auxílio de lupa, microscópio estereoscópico e desenhe:



Responda as questões após a análise das placas:

01. Por que devem ser utilizados os ingredientes batata, ágar e açúcar para o meio BDA?

---

### 3.º ano - 1.ª aula

#### Tema: Síndromes cromossômicas.

---

Questões-problemas:

Um casal tem uma criança com problemas repetitivos com pneumonias, déficit de crescimento, várias dificuldades em equilíbrio, tosse constante e agora apresenta um quadro de pancreatite. Desde seu nascimento, a criança é levada a médicos, mas nenhum deles consegue discernir qual a doença. Os pais estão suspeitando de que se trate de uma doença hereditária, que esteja relacionado aos genes.

Em tal situação como deveria ser feito os exames para comprovar o diagnóstico da criança?

---

---

#### I - Introdução:

O nosso organismo é constituído por unidades morfofisiológicas denominadas células, onde estão presente os cromossomos. Cada célula normal possui 46 cromossomos iguais, sendo que 23 vieram do pai e 23 da mãe. (César e Sezar, 2013)

Dentre os 46 cromossomos 44 são autossomos e 2 sexuais, na mulher representado por XX e no homem XY. Portanto para uma célula normal na mulher escrevemos o cariótipo 46, XX e no homem normal 46, XY. (César e Sezar, 2013)

Os problemas ocasionados pelos números cromossômicos são oriundos da má-disjunção meiótica, originados na meiose I ou II. (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

Exemplos das síndromes mais comuns:

- **Síndrome de Down** - 47, XX ou XY +21
- **Síndrome de Patau** - 47, XX ou XY +13
- **Síndrome de Edwards** - 47, XX ou XY +18
- **Síndrome de Turner** - 45, X0
- **Síndrome de Klinefelter** - 47, XXY
- **Síndrome do triplo X** - 47, XXX; 48, XXXY



- **Síndrome de XYY** - 47, XYY
- **Síndrome de XYYY** - 48, XYYY Fonte: Fundamentos da Genética Médica (1992)
  
- **Síndrome de Edwards**

Também denominada trissomia do 18, onde as células dos indivíduos afetados têm três cromossomos 18. No exame de cariotipagem ocorre a detecção de 47 cromossomos, onde o cariótipo é escrito: 47, XX+ 18, se for mulher ou 47, XY+ 18 se for homem.

**Incidência na população:** 1:8000.

**Causas:** idade materna.

**Consequências:**

Cabeça pequena, alongada e estreita, Estatura baixa, baixa expectativa de vida (vivem até a 1.<sup>a</sup> infância), pescoço curto, orelhas com má formação e baixa implantação, prognatismo, baixo desenvolvimento físico e mental, palato estreito, podendo ser fendido, mão posicionando os dedos de forma evidente, com o 2.<sup>o</sup> e 5.<sup>o</sup> dedos sobrepostos respectivamente aos 3.<sup>o</sup> e 4.<sup>o</sup> dedos, pés virados para fora e calcanhar proeminente; rugas presentes na palma da mão e do pé, ficando arqueadas nos dedos; unhas geralmente hipoplásticas; problemas cardíacos, renais e reprodutores (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

- **Síndrome de Turner**

Também denominada monossomia do X ou síndrome do X frágil, onde o problema é ocasionado pela ausência de um cromossomo X, sendo que os portadores sempre são do sexo feminino. No exame de cariotipagem ocorrerá a detecção de 45 cromossomos e o cariótipo é escrito da seguinte maneira: 45, XO. Sua causa não está relacionada à idade materna, como ocorre na maioria das síndromes. É uma síndrome ligada ao cromossomo sexual (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**Incidência:** 1: 2000

**Causas:** não são definidas com exatidão.

**Consequências:**

Disgenesia gonadal, Infantilismo genital – clitóris pequeno, grandes lábios despigmentados, escassez de pelos pubianos, Inteligência verbal maior que as mulheres normais, porém deficiência em localização e abstração em cálculo, pele masculinizada, tórax largo com mamilos bem separados, problemas cardíacos, renais e ósseos, excesso de pele no pescoço, denominado pescoço alado, baixa estatura, dificuldades em situações sociais, como problemas em entender as emoções ou reações de outras pessoas, mamas, vagina e lábios sempre imaturos, devido à falência ovariana pode ocorrer mudanças típicas da puberdade (caracteres sexuais secundários), amenorreia ou adiantamento dos ciclos menstruais.

Não possui características sexuais secundárias (corpo feminino com cintura, quadril, seios volumosos) (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

### **Síndrome de Klinefelter**

Ocorre somente em meninos, visto que está relacionada ao aparecimento de um cromossomo X em um cariótipo XY, ocasionando a aparência no exame de cariotipagem de 47 cromossomos, e escreve-se o cariótipo 47, XXY, há ainda alguns casos mais raros apresentando 48 cromossomos, onde o cariótipo fica 48, XXXY e assim por diante. É uma síndrome ligada ao cromossomo sexual (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**Incidência na população:** 1:700

**Causas:** Idade materna

**Consequências:**

Desenvolvimento motor lento, dóceis quando crianças, criptorquidia, ginecomastia, baixo nível de energia, são sempre meninos, possuem estatura elevada, poucos pelos faciais, apresentam corpúsculo de Barr no exame citológico (cromossomo X inativo que só mulheres apresentam), dificuldade de concentração, desenvolvimento de mamas e quadris, infertilidade, características sexuais secundárias incompletas (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

### **Síndrome de Down**

Ocorre no cromossomo 21 e se trata de uma trissomia, pois existe três cromossomos 21 ao invés de 2. É uma síndrome bastante conhecida não se trata de uma síndrome ligada ao um cromossomo autossomo (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**Causas:** idade materna é um agravante.

**Consequências:**

Sérios problemas renais, mentais, cardíacos, prega palmar única, retardo mental, excesso de pele no pescoço, prega no canto dos olhos, língua grande e protusa, hipertelorismo ocular, hipotonia (Fundamentos da Genética Médica, 1992)..

### **Síndrome de Patau**

É uma síndrome no cromossomo 13, ou seja, existem três cromossomos 13, por isso também denominada trissomia do 13. No exame de cariotipagem aparecem 47 cromossomos, onde há 3 cromossomos 13 (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**Causas:** Idade materna

**Incidência na população:** 1:6000

**Consequências:**

Anomalias renais, cardíacas, mentais e sexuais, palato fendido, cabeça pequena, orelhas deformadas e de baixa implantação, acentuado retardamento mental, as meninas nascem com o útero bicornado e ovários imaturos, os rins são policísticos, alguns nascem com lábio leporino e polidactilia (mais de cinco dedos) nas mãos e/ou nos pés (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

- **Duplo Y (Síndrome do Super Macho/Síndrome de Jacob)**

São casos de homens com cariótipo 47, XYY. Verificou-se, porém que entre criminosos essa frequência chega a 3% (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**Incidência na população:** 1:1000

**Características:**

Alta estatura (acima de 1,80m), grande número de acne facial durante a adolescência, anomalias genéticas, distúrbios na fala, taxa de testosterona aumentada, podendo contribuir à inclinação antissocial e aumento de agressividade, imaturidade no desenvolvimento emocional e menor inteligência verbal, podendo dificultar no seu relacionamento com outras pessoas, crescimento ligeiramente acelerado na infância, QI ligeiramente abaixo do normal, problemas no aprendizado e na leitura, volume cerebral reduzido, mãos e pés mais compridos, psicopatologia (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**Síndrome do Triplo X**

A síndrome do triplo X ocorre somente em mulheres, apresentam um X a mais que o normal. O exame de cariotipagem detecta a presença de 47 cromossomos, sendo que o cariótipo é escrito da seguinte maneira: 47, XXX. Algumas mulheres podem apresentar até 4 ou 5 cromossomos extras. Quanto mais cromossomos X, mais o índice de retardo mental nessas mulheres (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**Incidência na população:** 1:1000

**Causas:** não-disjunção na ovulogênese.

**Consequências:**

Menor grau de inteligência, características sexuais e comportamentais femininas, mulheres mais altas, excesso de pele frouxa no pescoço, férteis, menopausa precoce, retardo mental (varia conforme a portadora) (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**II - Objetivo:** Observar, identificar e desenhar os cromossomos das lâminas de indivíduos portadores de síndromes, correlacionar as características clínicas e emitir o laudo da doença, relacionando conhecimento científico a situações cotidianas.

**III - Material Utilizado:** Lâminas com cromossomos de portadores de síndromes (doada pela Clínica Genética); Microscópios ópticos.

**IV - Metodologia:**

A proposta da aula é a construção de laudos a partir da observação de cromossomos, montagem de cariótipos e análise clínica de características visíveis. Outros exames podem ser realizados, porém o cariótipo e o exame clínico já comprovam a síndrome.

A contextualização está vinculada com questões que podem ser enfrentadas no cotidiano, como uma criança que por anos vai à médicos, mas nenhum deles faz um diagnóstico preciso da doença.

Tal situação pode ser vivenciada por alunos ou parentes ou até pessoas conhecidas, assim o conhecimento auxilia para saber quais são as medidas necessárias para ter um diagnóstico preciso da doença.

**IV - Procedimentos:**

**Atividade 01**

- Passar pelas mesas e observar os microscópios com as lâminas de portadores de síndromes.
- Desenhar os cromossomos observados no campo de visão do microscópio.

**Atividade 02**

- Observar os cariótipos e segundo a descrição da síndrome colocar ou retirar cromossomos, formando um cariótipo correto relacionado à síndrome descrita.

### **Atividade 03**

- Construir os cariótipos referente as síndromes observadas.

**Observação:** Todas as mesas possuem a descrição das características clínicas do paciente.

Descrição das características clínicas por mesa:

#### **Mesa 01**

**Anamnese do paciente:** Ausência de caracteres sexuais secundários, baixa estatura, excesso de pele no pescoço, problemas cardíacos, renais e ósseos, ausência de cromatina sexual.

**Sexo:** feminino

#### **Mesa 02**

**Anamnese do paciente:** Alta estatura (1,95cm), azoospermia (baixa produção de espermatozoide), retardo mental, criptorquidia (relatado pela mãe), ginecomastia, poucos pelos no rosto, presença de cromatina sexual.

**Sexo:** masculino

#### **Mesa 03**

**Anamnese do paciente:** Língua grande e protusa, prega palmar única, retardo mental, sérios problemas cardíacos, renais, hipotonia, ausência de cromatina sexual.

**Sexo:** Masculino.

#### **Mesa 04**

**Anamnese do paciente:** Língua grande e protusa, prega palmar única, retardo mental, sérios problemas cardíacos, renais, hipotonia, hipertelorismo, prega no canto dos olhos, cromatina sexual existente.

**Sexo:** feminino

**Mesa 05**

**Anamnese do paciente:** Micrognatia, microftalmia, malformações graves no sistema nervoso central, retardo mental acentuado, hipertelorismo ocular, mãos e pés com quinto dedo sobrepondo-se ao terceiro, lábio leporino.

**Sexo:** feminino

**Mesa 06**

**Anamnese do paciente:** Crânio disfórmico, micrognatia (mandíbula recuada em posição à maxila), orelhas de implantação baixa, doença cardíaca congênita, pouco apetite, choro fraco, fraqueza muscular, problemas cardíacos, renais, ósseos e mentais.

**Sexo:** Masculino

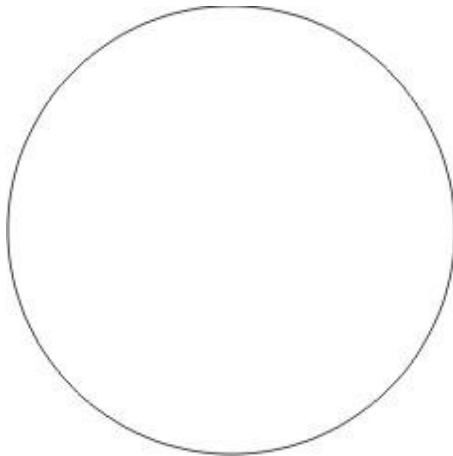
**Mesa 07**

**Anamnese do paciente:** Baixo grau de inteligência, características sexuais e comportamentais femininas, alta estatura, aparência normal, podem apresentar menopausa precoce, presença de duas cromatinas sexuais.

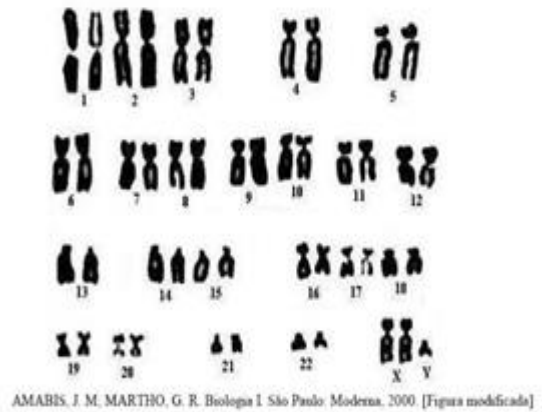
**Mesa 08**

Pescoço curto, orelhas com má formação e baixa implantação, prognatismo, baixo desenvolvimento físico e mental, palato estreito, podendo ser fendido, mão posicionando os dedos de forma evidente, com o 2.º e 5.º dedos sobrepostos respectivamente aos 3.º e 4.º dedos, pés virados para fora e calcânhar proeminente, rugas presentes na palma da mão e do pé, ficando arqueadas nos dedos, unhas geralmente hipoplásticas; Problemas cardíacos, renais e reprodutores.

**Mesa 01** – Observe os cromossomos focalizados no microscópio e desenhe em seguida:



Cromossomos



Cariótipo

Características clínicas apresentadas:

---

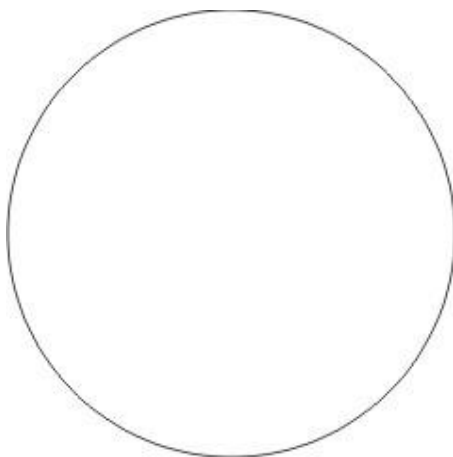
---

Laudó Clínico:

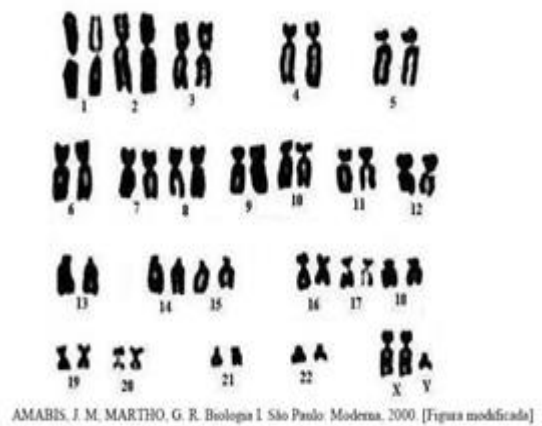
---

---

**Mesa 02** – Observe os cromossomos focalizados no microscópio e desenhe em seguida:



Cromossomos



Cariótipo



Características clínicas apresentadas:

---



---

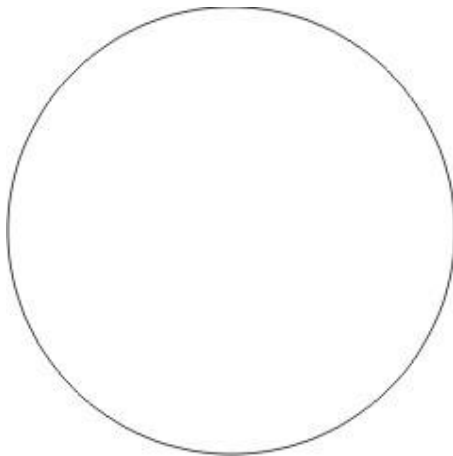
Laudos Clínicos:

---

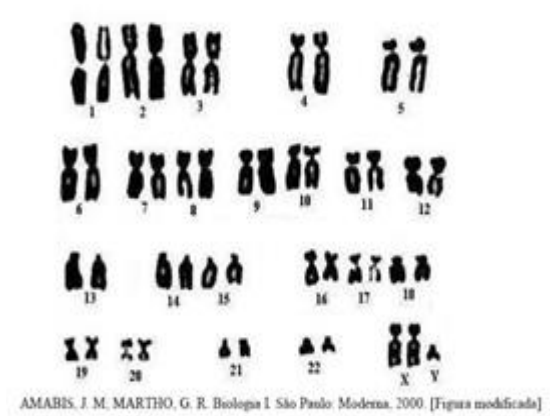


---

**Mesa 03** – Observe os cromossomos focalizados no microscópio e desenhe:



Cromossomos



AMABIS, J. M., MARTHO, G. R. Biologia 1 São Paulo: Moderna, 2000. [Figura modificada]

Cariótipo

Características clínicas apresentadas:

---



---

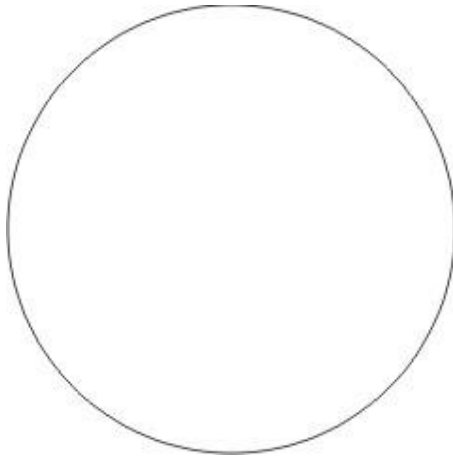
Laudos Clínicos:

---

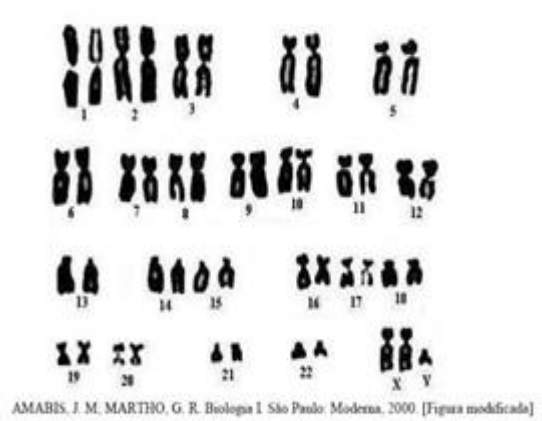


---

**Mesa 04** – Observe os cromossomos focalizados no microscópio e desenhe:



Cromossomos



Cariótipo

Características clínicas apresentadas:

---

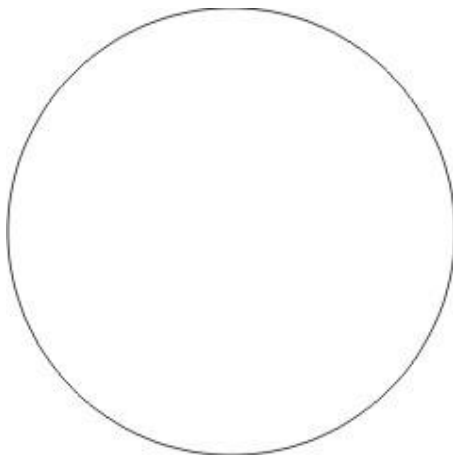
---

Laudo Clínico:

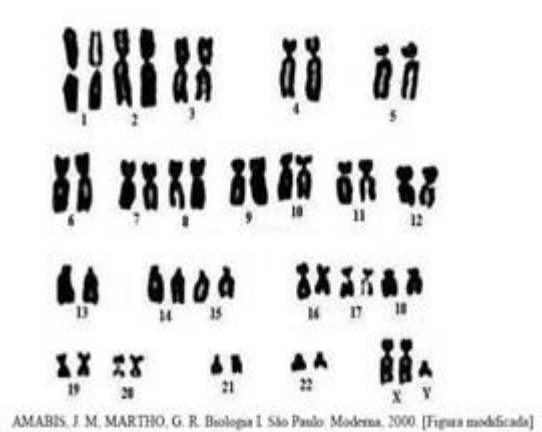
---

---

**Mesa 05** – Observe os cromossomos focalizados no microscópio e desenhe em seguida:



Cromossomos



Cariótipo

Características clínicas apresentadas:

---

---

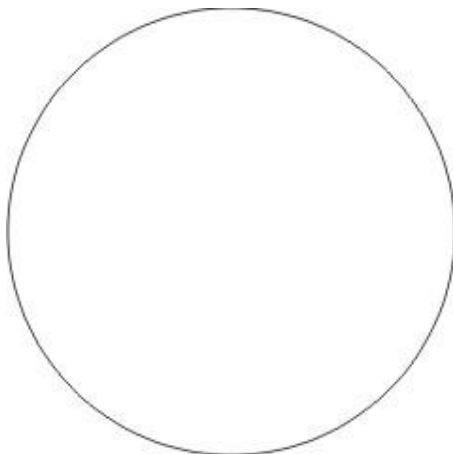
---

Laudo Clínico:

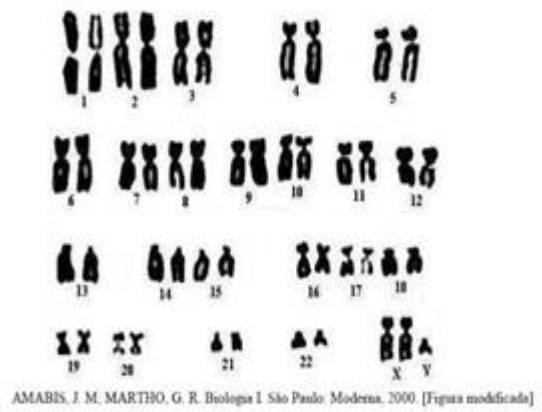
---

---

**Mesa 06** – Observe os cromossomos focalizados no microscópio e desenhe em seguida:



Cromossomos



Cariótipo

Fonte: Fundamentos da Genética Médica (1992)

Características clínicas apresentadas:

---

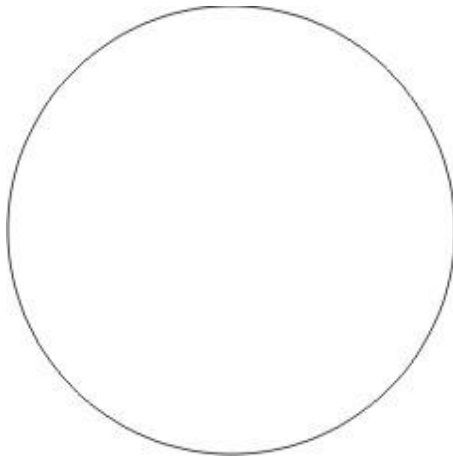
---

Laudo Clínico:

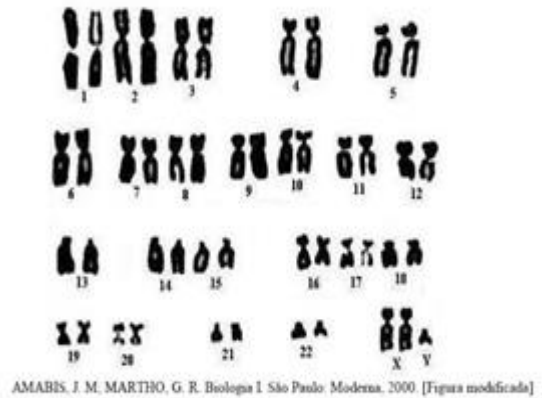
---

---

**Mesa 07** – Observe os cromossomos focalizados no microscópio e desenhe em seguida:



Cromossomos



Cariótipo

Características clínicas apresentadas:

---

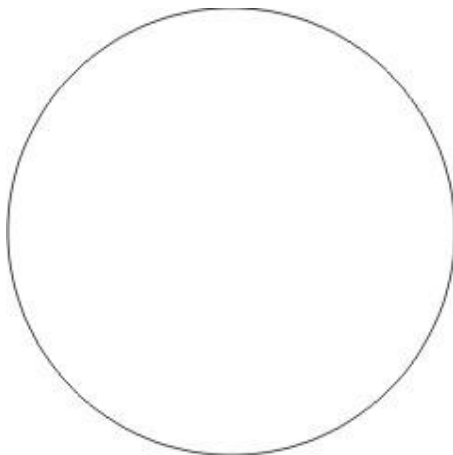
---

Laudó Clínico:

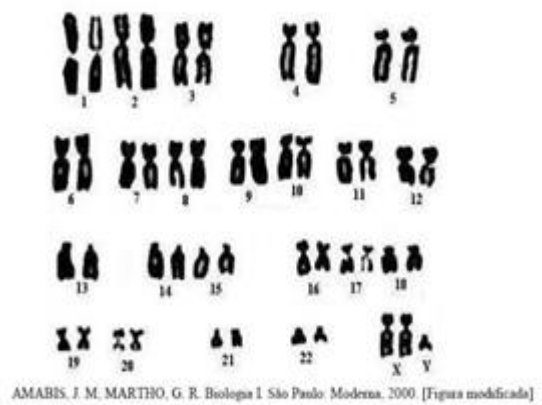
---

---

**Mesa 08** – Observe os cromossomos focalizados no microscópio e desenhe em seguida:



Cromossomos



Cariótipo

Características clínicas apresentadas:

---

Laudo Clínico:

---

---

## **2.ª aula experimental – 3.º ano do Ensino Médio**

### **Tema: Corpúsculo de Barr/Cromatina sexual.**

---

Questões-problemas:

***Atleta sul-africana com sexo questionado é autorizada a voltar a competições – 06/07/2010***

Fonte: BBB (2015).

***Americana relata drama de descobrir na adolescência ter genética masculina – 13/10/2011***

Fonte: BBB (2011).

Acima está elencado duas notícias do Jornal bbc notícias, abordando questões sobre o verdadeiro sexo, duas moças passam por um drama, sendo uma atleta e uma adolescente americana. Sobre tal situação formulou-se uma questão-problema descrita abaixo:

- 01)\_Uma atleta em 2010 foi questionada se poderia ou não competir por poder ter sexo masculino geneticamente. Como pode ser feito um exame de maneira rápida e o mesmo dar subsídio para outros exames, como o exame de cariótipo, por exemplo, e assim a comprovação do sexo masculino ou feminino?
- 
-

## **I – Introdução**

A construção de cariótipos é um estudo dos cromossomos, ordenando em número, tamanho e posição de bandas. Esse estudo auxilia na comprovação de doenças genéticas como as aneuploidias.

Quando a síndrome é sexual no caso de Turner, Klinefelter, Triplo X e estão envolvidos com a presença de um cromossomo X a mais ou a menos há um exame que pode ser realizado antes do exame de cariotipagem, o exame da cromatina sexual, pois é um exame mais rápido, mais fácil e mais barato do que a cariotipagem e se der positivo é mais um exame que comprova ou exclui a suposta doença (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

Quando existe dois ou mais cromossomo X no indivíduo, um cromossomo X é ativado e os outros são inativados, esses inativos originam a cromatina sexual podendo ser visível no núcleo das células, então em uma mulher normal há ocorrência de uma cromatina sexual e o outro cromossomo X ativo, já em uma mulher de Turner onde há somente um cromossomo X, não ocorre a existência da cromatina sexual (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

O homem normal não tem cromatina sexual, pois ele possui somente um cromossomo X e o mesmo é ativo, já um homem de Klinefelter tem uma cromatina sexual, ou seja sempre um cromossomo X é ativado e o outro inativado. O cromossomo inativo origina a cromatina sexual (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

A cromatina sexual é vista como uma mancha aderida na membrana do núcleo das células e o exame pode ser realizado com um esfregaço feito com um suab na mucosa bucal e posteriormente em uma lâmina (Fundamentos da Genética Médica, 1992).

**II – Objetivo:** Compreender a existência da cromatina sexual e sua importância no diagnóstico de doenças que envolvam a existência de mais ou menos cromossomos X no indivíduo e relacionar a questões cotidianas.

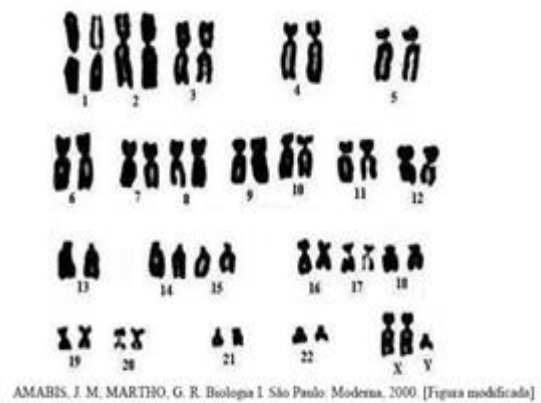
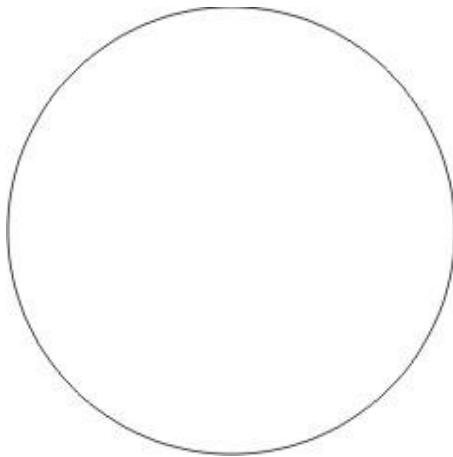
**III – Material Utilizado:** Lâminas com cromatina sexual – microscópio – óleo de imersão – figuras de cariótipos.

#### IV – Procedimentos:

**Atividade 01, 02, 03 e 04** – Observe a lâmina de cromatina sexual doada pela clínica Genética e identifique a possível síndrome partindo de tal análise,

- Desenhe, arrume ao lado o cariótipo desenhado, deixando correto para tal síndrome, partindo da análise do cariótipo fornecido pela professora.

**Atividade 01** – Observe a lâmina confeccionada com a mucosa bucal de um paciente (lâminas doadas pela clínica genética, sem identificações), segure do lado o cariótipo do paciente:



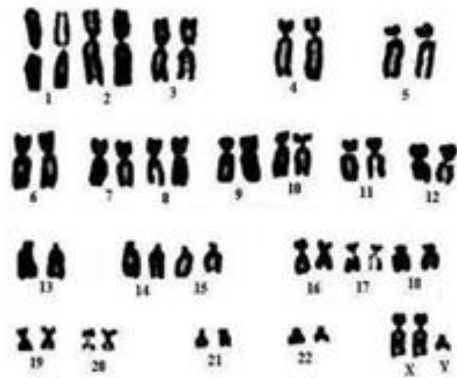
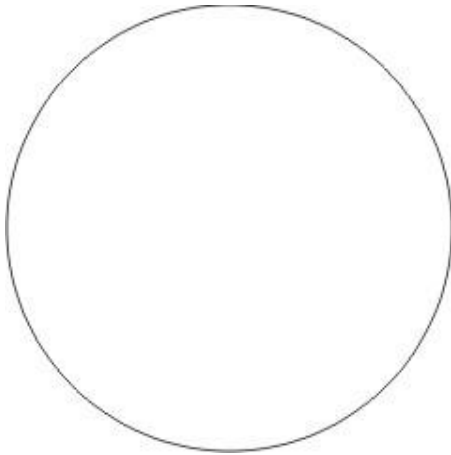
**Características do indivíduo:** azoospermia, presença de cromatina sexual.

**Sexo:** Masculino

**Sexo genético:** \_\_\_\_\_

**Cariótipo:** \_\_\_\_\_

**Atividade 02** – Observe a lâmina confeccionada com a mucosa bucal de um paciente (lâminas doadas pela clínica genética) e verifique a existência ou ausência da cromatina sexual e desenhe o observado e arrume o cariótipo segundo o caso :



AMABIS, J. M. MARTHO, G. R. Biologia I São Paulo: Moderna, 2000. [Figura modificada]

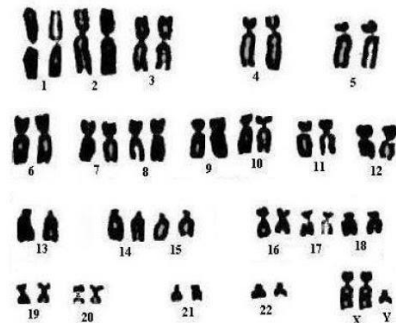
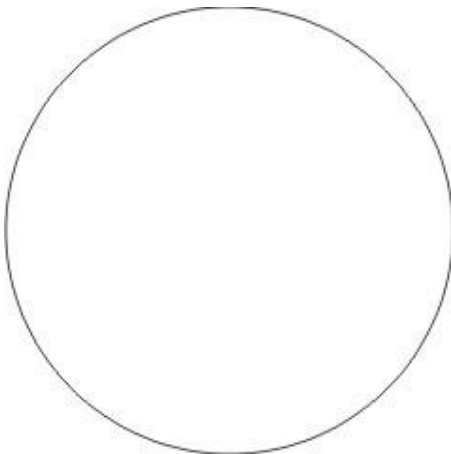
**Características do indivíduo:** indivíduo normal.

**Sexo:** Masculino

**Sexo genético:** \_\_\_\_\_

**Cariótipo:** \_\_\_\_\_

**Atividade 03** – Baseado nas informações sobre cromatina sexual, desenhe a cromatina sexual do paciente descrito abaixo e sugira a possível síndrome e organize o cariótipo seguindo as informações observadas:



AMABIS, J. M. MARTHO, G. R. Biologia I São Paulo: Moderna, 2000. [Figura modificada]

**Características:** azoospermia (baixa fabricação de espermatozoide), característica sexuais secundárias mal definidas, sexo masculino, altura acima do normal 1,95, baixo desenvolvimento intelectual.

**Sexo:** Masculino

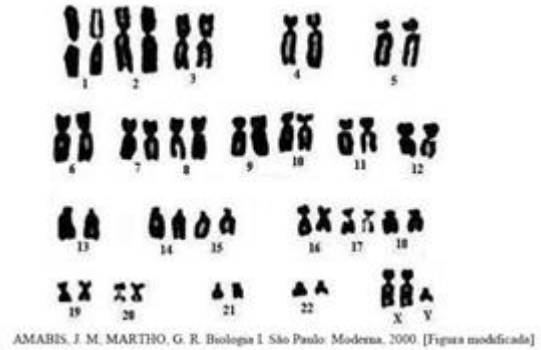
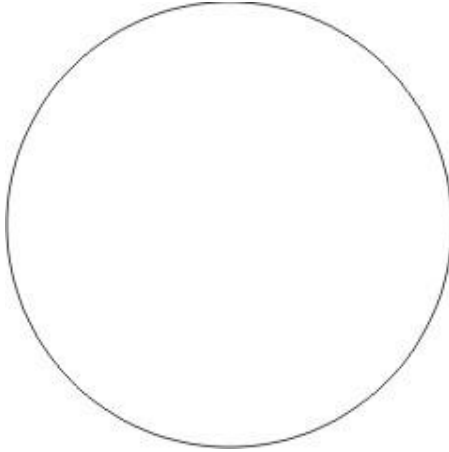
**Sexo genético:** \_\_\_\_\_

**Cariótipo:** \_\_\_\_\_

**Diagnóstico:** \_\_\_\_\_



**Atividade 04** – Baseado nas informações sobre cromatina sexual, desenhe a cromatina sexual do paciente descrito abaixo, sugira a possível síndrome e arrume o cariótipo seguindo as informações:



**Características do indivíduo:** Indivíduo com aparência normal, leve retardo mental, pode apresentar esquizofrenia.

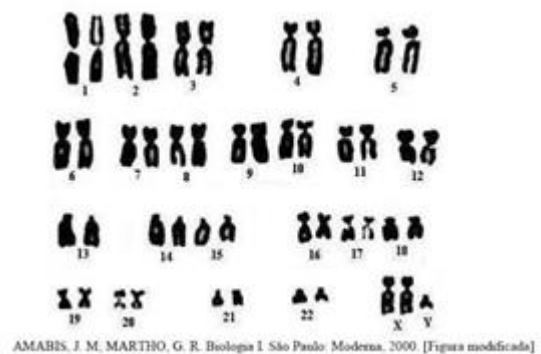
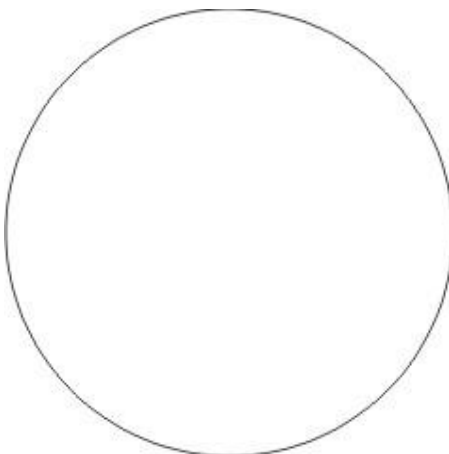
**Sexo:** Feminino

**Sexo genético:** \_\_\_\_\_

**Cariótipo:** \_\_\_\_\_

**Diagnóstico:** \_\_\_\_\_

**Atividade 05** – Baseado nas informações sobre cromatina sexual e no cariótipo, desenhe a cromatina sexual do paciente descrito abaixo e sugira a possível síndrome:



**Características do indivíduo:** baixa estatura, caracteres sexuais secundários não definidos, pescoço alado, ausência de menstruação.

**Sexo:** Feminino

**Sexo genético:** \_\_\_\_\_

**Cariótipo:** \_\_\_\_\_

**Diagnóstico:** \_\_\_\_\_