

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
LICENCIATURA EM QUÍMICA
CAMPUS MACAPÁ

MARCELA JULIANA GOMES DOS SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DO TESTE KASTLE MEYER PARA O DESENVOLVIMENTO
DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA**

MACAPÁ
2023

MARCELA JULIANA GOMES DOS SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DO TESTE KASTLE MEYER PARA O DESENVOLVIMENTO DE
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso Licenciatura em Química como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciado em Química. Orientador: Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho.

MACAPÁ

2023

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- S237u Santos, Marcela Juliana Gomes dos
A utilização do teste Kastle Meyer para o desenvolvimento de aprendizagem significativa no ensino de química / Marcela Juliana Gomes dos Santos - Macapá, 2023.
50 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de Licenciatura em Química, 2023.
- Orientador: Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho.
1. Perícia criminal. 2. Ensino de química. I. Ripardo Filho, Dr. Haroldo da Silva, orient. II. Título.
-


Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARCELA JULIANA GOMES DOS SANTOS


**A UTILIZAÇÃO DO TESTE KASTLE MEYER PARA O DESENVOLVIMENTO DE
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso Licenciatura em Química como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciado em Química. Orientador: Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **HAROLDO DA SILVA RIPARDO FILHO**
Data: 09/10/2023 14:06:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 **SALVADOR RODRIGUES TATY**
Data: 09/10/2023 14:19:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Salvador Rodrigues Taty
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 **ROSANA TOMAZI**
Data: 09/10/2023 17:34:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Rosana Tomazi
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Apresentado em: 04 / 10 /2023.

Conceito/Nota: 10

Aos meus pais que desde sempre se esforçaram para que eu tivesse uma educação baseada em adquirir conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar por ter me concedido saúde, força e coragem para chegar até aqui e superar as minhas dificuldades.

Aos meus pais, Valdir e Graça por terem me incentivado, e apoiado em todos os momentos e por terem me ensinado que o estudo é o melhor caminho sempre.

A minha família, por todo apoio e principalmente as minhas irmãs, Gracienne e Bruna por sempre me incentivarem a evoluir e conquistar meus objetivos e por serem uma referência na minha vida.

Aos meus tios, Fábio e Bia por sempre estarem me apoiando, me dando suporte em tudo que precisava e me incentivando sempre a evoluir nos meus estudos e focar nos meus objetivos.

À instituição IFAP que me proporcionou uma estrutura e uma educação de qualidade no curso de Licenciatura em Química e um ambiente de estudo desenvolvido, com oportunidades e com excelentes profissionais no curso.

Ao meu querido orientador Dr. Haroldo Ripardo por ter aceitado a me auxiliar desde o início da construção deste TCC, sou muito grata pelo compromisso, por toda dedicação e paciência durante esse período.

Aos meus queridos professores que fizeram parte da minha formação, agradeço por todo conhecimento transmitido em cada disciplina e por cada momento de incentivo e por acreditarem na minha evolução em sala de aula. Agradeço também ao professor Salvador Taty por estar sempre presente e a professora Rosana Tomazi por sempre me incentivar a desenvolver este trabalho.

Ao querido João Barbosa por sempre estar ao meu lado, me incentivando e por ter me auxiliado em muitos momentos na construção deste trabalho com dicas importantes que contribuíram na elaboração.

Aos meus colegas de curso, Aline, Andreia, Michelly, Vinícius e Wellington que de alguma forma contribuíram para a minha formação durante toda a trajetória no curso, por muitos momentos de estudos e companheirismo.

Muito obrigada a todos!

“O principal objetivo da educação é criar pessoas capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram.”

(JEAN PIAGET, 1973).

RESUMO

Este estudo padroniza apresenta uma abordagem do ensino de Química abordando o conteúdo de Indicadores de ácidos-bases, especificamente a fenolftaleína fazendo abordagem na Perícia Criminal, utilizando a técnica de Kastle-Meyer. Essa técnica, apresenta-se como um teste presuntivo para detectar a presença de sangue em locais de crime, podendo ser chamado também de teste da Fenolftaleína no qual compõe-se da mistura das substâncias tais como: hidróxido de sódio, fenolftaleína, pó de zinco metálico, álcool etílico e água destilada, essa mistura forma-se o teste Kastle-Meyer no qual é aplicado em uma amostra possivelmente de sangue. A metodologia desta pesquisa baseia-se no enfoque qualitativo com embasamento teórico e para a obtenção de resultados foi aplicado aula teórica sobre o conteúdo de indicador ácido-base e perícia criminal e momento prático aplicando o teste Kastle-Meyer para identificação de sangue em duas amostras, juntamente com questionário misto antes e após a aplicação de conteúdo. A aplicação da pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amapá para 31 alunos do primeiro ano do ensino médio. O trabalho aborda também o ensino investigador a partir do momento em que enfatiza o pensamento crítico do aluno, abordando também a aprendizagem significativa dentro da sala de aula, uma vez que, será utilizado conhecimento prévio para compreender a abordagem da Química na Perícia Criminal. Os resultados obtidos através da aplicação de questionários e aplicação de aula teórica e prática trouxeram pontos positivos e possibilitaram o desenvolvimento de uma temática inovadora dentro de sala de aula, sendo possível atingir o objetivo de promover uma proposta de ensino investigador em sala de aula.

Palavras-chave: química; aprendizagem significativa; ensino investigador; perícia criminal.

ABSTRACT

This study standardizes presents na approach to the teaching of Chemistry addressing the content of acid-base indicators, specifically phenolphthalein making approach in Criminal Expertise, using the Kastle-Meyer technique. This technique is presented as a presumptive test to detect the presence of blood in crime scenes, such as, it can also be called a phenolphthalein test in which it is composed of the mixture of substances such as sodium hydroxide, phenolphthalein, metallic zinc powder, ethyl alcohol and distilled water, and, this mixture forms the Kastle-Meyer test in which it is applied to a sample of possibly blood. The methodology of this research is based on the qualitative approach with theoretical basis and to obtain results was applied theoretical class on the content of acid-base indicator and criminal expertise and practical moment applying the Kastle-Meyer test for blood identification in two samples, along with mixed questionnaire before and after application of content. The application of the research was carried out at the Federal Institute of Education Science and Technology of Amapa for 31 students of the first year of high school. The work also addresses the investigator teaching from the moment it emphasizes the critical thinking of the student, also addressing meaningful learning within the classroom, since, in the, previous knowledge will be used to understand the approach of Chemistry in Criminal Expertise. The results obtained through the application of questionnaires and the application of theoretical and practical classes brought positive points and enabled the development of na innovative theme within the classroom, it is possible to achieve the objective of promoting a proposal for teaching researcher in the classroom.

Keywords: chemistry; meaningful learning; investigator teaching; criminal expertise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fórmula estrutural da fenolftaleína (a) meio ácido (b) meio básico	20
Figura 2 – Representação da hemoglobina e do complexo heme, respectivamente	23
Figura 3 – Reação de oxidação da Fenolftaleína em meio básico	24
Figura 4 – Solução inicial (A) e solução final (B), reagente Kastle-Meyer	26
Figura 5 – Introdução ao conteúdo indicador ácido-base	31
Figura 6 - Explicação do teste Kastle-Meyer	31
Figura 7 - Demonstração do teste positivo e negativo	32
Figura 8 – Participação dos alunos na prática experimental	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resposta dos alunos relacionada a primeira pergunta	27
Tabela 2 – Resposta dos alunos relacionada a segunda pergunta	28
Tabela 3 – Resposta dos alunos relacionada a quarta pergunta	29
Tabela 4 - Resposta dos alunos na primeira pergunta após a aplicação	34
Tabela 5 – Resposta dos alunos na segunda pergunta após a aplicação	35
Tabela 6 - Resposta dos alunos na quarta pergunta após a aplicação	36

LISTA DE SIGLAS

CPP	Código de Processo Penal
IFAP	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Perícia Criminal	16
2.2	A química no ensino médio	18
2.2.1	Conteúdos abordados no ensino de química	19
2.3	Ensino investigador	20
2.4	Aprendizagem significativa	21
2.5	Teste Kastle-Meyer	22
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1	Análise do questionário diagnóstico	28
4.2	Segundo momento de aplicação	31
4.3	Análise do questionário após a aplicação do conteúdo	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICE A – Termo de aceite para orientação	42
	APÊNDICE B - Questionário diagnóstico	43
	APÊNDICE C - Procedimento experimental	44
	APÊNDICE D - Plano de aula	45
	APÊNDICE E - Carta de anuência	46
	APÊNDICE F - Termo de consentimento livre e esclarecido	47
		48
		49

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química nas escolas tem como um dos principais objetivos facilitar a interação do aluno com o meio em que vivemos, trazer fatos da realidade cotidiana para relacioná-los com a teoria e prática em salas de aula. É importante, por parte do professor, selecionar conteúdos a fim de que possam ser contextualizados com o cotidiano, visto que, isso aprimora o conhecimento e desenvolve o lado crítico e investigador do aluno (OLIVEIRA; BARBOSA, 2019).

A Química, por sua vez, é uma ciência voltada para as transformações da matéria, composição e estrutura englobando uma diversidade de conteúdos tornando-a desafiadora no ponto de vista dos alunos. A dificuldade no processo de ensino está relacionada aos conteúdos complexos na falta de manter determinada atenção por parte dos alunos e aos professores por falta de planejamento e em outras vezes por falta de metodologia por esse motivo, é preciso que os conteúdos abordados na disciplina sejam expostos a prática para serem melhor compreendidos pois a Química também é uma ciência experimental (LIMA, 2012).

Diante desse cenário, verifica-se a importância de se ensinar utilizando práticas experimentais, relacionadas a algum conteúdo de Química trabalhado no ensino médio, associando a uma abordagem inovadora para auxiliar em uma aprendizagem significativa. Em relação a essa aprendizagem, Ausubel (1968) a define como um conjunto de ideias, que surge a partir da interação de conhecimentos prévios e os novos adquiridos.

Para Monteiro (2010), o teste Kastle Meyer é capaz de detectar o sangue mesmo depois de ser removido, sendo composto por substância, tais como zinco metálico, hidróxido de sódio, água destilada, fenolftaleína (indicador) e o peróxido de hidrogênio para auxiliar na análise. O teste é frequentemente usado na perícia criminal na identificação de manchas de sangue em locais de crime e o sangue sendo um dos principais vestígios que o criminoso tenta limpar do local.

Percebe-se então, que o teste Kastle Meyer pode ser um recurso didático para ensinar Química, visto como uma estratégia para despertar o interesse do aluno, uma vez que, o mesmo engloba conhecimentos químicos e forenses. Esta técnica envolve conteúdos abordados na disciplina de química, podendo ser trabalhado dentro do conteúdo de indicadores ácido-base, fazendo também com que o aluno conheça aplicações da perícia que auxiliam na investigação criminal.

Com isso, a pesquisa aborda uma tentativa de utilizar o ensino investigador na prática educativa, fazendo o uso da perícia criminal dentro da Química para o desenvolvimento de aprendizagem significativa e estimulando na prática o ensino investigador nos alunos e com a necessidade de desenvolver de forma atraente uma aprendizagem significativa no ensino de Química é de extrema importância no contexto da educação no ensino médio, grande parte dos alunos apresentam dificuldades em aprender a relação da química com o cotidiano.

A escolha da proposta do trabalho foi elaborada pensando em contribuir com o ensino de Química de forma que os alunos possam construir conhecimentos novos a partir do conteúdo já estudado em sala de aula. Vale ressaltar também que o trabalho possui temática inovadora a partir do momento que se faz o uso de conhecimentos forenses dentro da sala de aula.

Neste contexto, formulou-se o seguinte questionamento para a problemática da pesquisa:

O uso da técnica Kastle Meyer em análise forense pode ser utilizado como recurso didático para contribuir na aprendizagem de Química no ensino médio?

Desde modo, o objetivo geral deste estudo visa promover uma proposta de ensino investigador através dos conhecimentos químicos forense aplicados em conteúdos na química do ensino médio em um Instituto Federal na zona norte de Macapá – AP. E para elaboração dos resultados desta pesquisa, fundamentou-se nos seguintes objetivos específicos:

- Abordar o ensino investigador como método de aprendizagem;
- Avaliar a aprendizagem significativa nos alunos a partir da proposta de ensino;
- Relacionar a fenolftaleína no ensino da química com a identificação de manchas de sangue em cenas de crime;
- Elaborar um material didático a partir de uma intervenção diagnóstica.

A metodologia desta pesquisa se baseia na pesquisa descritiva e exploratória com narrativa no qual para a obtenção dos resultados da pesquisa, optou-se pelo enfoque qualitativo alicerçado e fundamentado em um repertório documental de trabalhos científicos.

Sendo assim, para a abordagem e coleta de dados utilizou-se a aplicação de um questionário aplicado em dois momentos, o primeiro chamado de questionário

diagnóstico foi entregue aos alunos de forma impressa e recolhidos no mesmo no momento. O mesmo questionário aplicado na segunda vez, após o estudo do conteúdo abordado no plano de aula, foi disponibilizado para os alunos através de um formulário eletrônico (google forms) no qual os alunos puderam responder ao término da aula.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Perícia Criminal

A perícia criminal é atividade características de Estado, de caráter técnico científico, atuando na investigação de crimes, aplicando a ciência à lei, prevista no Código de Processo Penal, que visa a analisar vestígios, coletando provas, produzindo laudos a fim de solucionar casos, resumindo-se em um meio para a realização do valor de neutralidade da Justiça (RODRIGUES; SILVA; TRUZZI, 2010).

Analisando a importância da perícia que se percebe a análise do trabalho de quem o executa. As responsabilidades dos peritos são de essência primária, em sua formação e competência uma vez que, são responsáveis em acusar ou inocentar o indivíduo (REIS, 2011).

Segundo Manzano o conceito de perícia baseia-se em:

Perícia é um meio de prova técnica ou científica, que tem por objetivo a obtenção de certo conhecimento relevante para o acerto do fato (elemento de prova), a partir de um procedimento técnico realizado sobre a pessoa ou coisa (fonte de prova). A conclusão do técnico ou profissional (conclusão probatória) é expressa num laudo (elemento de prova), que tem por finalidade (finalidade da prova) influir na formação da persuasão racional do juiz, em seu processo cognitivo de valoração (valoração da prova). A perícia sujeita-se às fases de admissão e assunção, que compõem o chamado procedimento probatório (MANZANO, 2011, p. 8).

A perícia criminal atualmente atua em diversas áreas ligada à polícia. É estudada através da disciplina de criminalística que, segundo Cunico (2010) “A criminalística é a ciência aplicada na área forense para exame do corpo de delito, objetivando a obtenção da prova jurídica, excetuando-se os exames da vítima, pertinentes à Medicina Legal”.

Santiago (2014) diz que a criminalística é uma ferramenta de grande valor, desde que, seja utilizada de forma correta pois todas as provas periciais devem ser técnicas sem sofrer intervenção e devem ser coletadas cuidadosamente. A criminalística é baseada dentro de cinco princípios fundamentais: Observação, análise, interpretação, descrição e documentação. Dentre esses pode-se destacar o princípio da observação, baseado na famosa frase de Locard (1877-1966): “todo

contato deixa uma marca”. Diante desse princípio percebe-se que o trabalho da perícia é de extrema importância na identificação e análise de vestígios em investigação de crimes, no qual o vestígio coletado em local de crime será qualificado como uma evidência após a competência análise pericial, para que seja ou não, constatado com o fato delituoso (BITTAR, 2017).

Os vestígios segundo a criminalística, são ponderáveis e, portanto, cabe ao perito criminal reporta-se ao que se vê para realizar a construção de provas, esclarecer a autoria do crime, o autor da tese levantada e fazer o levantamento dos elementos (objetos) e coleta, a fim de reconstruir o fato da investigação (COSTA FILHO, 2012).

Solicita-se a perícia no local em que ocorreu o crime ou no local suspeito de um crime (VARGAS; KRIEGER, 2014). A classificação desses locais quanto ao ambiente, podem ser internos, externos ou relacionados. O trabalho dos peritos é coletar todos os vestígios presentes no local de crime para serem analisados (evidências) e verificar o fato certo do crime (indícios), que segundo o Art. 158 do Código de Processo Penal (CPP) “Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado”.

O Trabalho dos peritos nos Institutos Criminalísticos do Brasil resume em:

Análise para constatação de falsificação de combustíveis e bebidas; exames metalográficos para identificar adulteração de chassis e armas; constatação de doping em atletas; identificação de drogas; e confronto microbalístico para identificar a arma de fogo utilizada no crime (HERNANDES, 2008, p.6).

As perícias constituem-se também por objeto específico, estes, são encaminhados ao perito criminal pela autoridade policial, para que sejam respondidos determinados esclarecimento quanto à ilegalidade da situação do fato, o que será materializado através de um laudo pericial, como exemplo destas, temos armas de fogo e cédulas de moeda falsificada (VARGAS; KRIEGER, 2014).

Segundo Tocchetto e Espíndula (2013), as perícias criminais classificam-se como exames periciais em locais de crime contra a vida; o patrimônio; em revelação de impressões papilares; acidentes de trânsito; em DNA forense, balística forense e toxicologias, entre outros.

2.2 A Química no Ensino Médio

O ensino de química no ensino médio divide-se em três partes: Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica. No geral, a química é a ciência que estuda a matéria e suas transformações, capaz de explicar diversos fenômenos do cotidiano, e é vista para a grande parte dos estudantes como uma disciplina difícil (OLIVEIRA; BARBOSA, 2019).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o aprendizado de química no ensino médio define que os alunos compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada. O aprendizado no ensino médio, tem como objetivo, envolver a habilidade prática combinada com a contextualização envolvendo a vida cotidiana.

A química por sua vez, como sendo uma disciplina capaz de explicar fenômeno ao nosso redor, para isso vale ressaltar a importância de recursos fornecidos, como por exemplo, a falta de laboratórios químicos, materiais em sala de aula e a falta de infraestrutura causa a maior desmotivação para os alunos (OLIVEIRA; BARBOSA, 2019). A falta dos recursos e de desenvolvimento de práticas no ensino da química muitas vezes, torna-se o conteúdo insignificante com aprendizagem mecânica (BRAATHEN, 2012).

Para aprimorar os conhecimentos de química, a parte experimental é importante, uma vez que, os alunos podem observar fenômenos na praticidade e relacioná-los com a teoria que está sendo ministrada em sala de aula. Para Pontes et al., (2008), a prática experimental facilita a elaboração de conceitos relacionados aos conteúdos, facilitando o ensino-aprendizagem e aumenta o interesse na disciplina. Portanto, a experimentação para o ensino de química pode ser uma estratégia para desenvolver o lado investigador do aluno (GUIMARÃES, 2009).

A química por ser complexa abrange em seu conteúdo uma diversidade de fórmulas, números e conceitos, composta não só apenas de teoria e escrita como também por cálculos diferenciados e práticas experimentais. Por esses e por motivos diversos, a química torna-se uma disciplina cada vez mais ampla e desafiadora (VOIGT, 2019, p. 1). Desta forma, é importante verificar a necessidade de ensinar a química de forma descomplicada, aplicando conhecimentos do cotidiano e associando-os com os conteúdos da matéria.

2.2.1 Conteúdos Abordados no Ensino de Química

A disciplina de Química no ensino médio é trabalhada em três anos, cada ano possui uma ordem de conteúdos a serem estudados, o primeiro ano inicia-se com o primeiro contato da Química, conhecimentos químicos envolvendo substância, transformações, tabela periódica, ligações químicas e entre outros, finalizando geralmente, no conteúdo de massa, volume e quantidade de matéria (LEVORATO, et al., 2007).

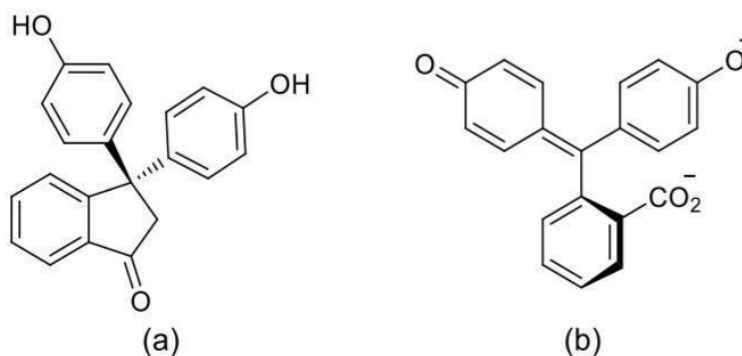
Segundo Levorato et al., 2007, o conteúdo de química no segundo ano, inicia-se em soluções, energia envolvendo transformações químicas, termoquímica e entre outros conteúdos, finalizando em cinética química. No terceiro ano, estuda-se a química orgânica envolvendo Funções Orgânicas; Reações Orgânicas; Isomeria Constitucional e Espacial; Bioquímica entre outros.

Dentre os conteúdos propostos no ensino da química, neste tópico será aprofundado o conteúdo de indicadores ácido-base dando ênfase na fenolftaleína. Os indicadores ácido-base, também chamados de indicadores de pH, é conteúdo aplicado na química inorgânica no primeiro ano do ensino médio.

Esses indicadores, distinguem soluções ácidas e básicas, que se caracterizam por apresentarem cores diferentes em função do pH. Eles podem ser naturais ou sintéticos e são frequentemente usados em aulas práticas de laboratório (SANTOS, 2017). A fenolftaleína, papel de tornassol e azul de bromotimol são alguns exemplos de indicadores artificiais e o repolho roxo e a beterraba são alguns exemplos de indicadores naturais, extraídos de vegetais (TARNOWSKI, 2017).

A fenolftaleína (Figura 1) é um indicador artificial muito utilizado em aulas práticas de laboratório e que em meio ácido apresenta coloração incolor e em meio básico sua coloração é rosa, sendo um indicador muito utilizado nos monitoramentos das reações ao meio neutro (SANTOS, 2017).

Figura 1 - Fórmula estrutural da fenolftaleína (a) meio ácido (b) meio básico.



Fonte: Santos, 2017.

Algumas características que a fenolftaleína apresenta, como um bom indicador, estão relacionadas entre a primeira e a segunda cor serem totalmente distintas, no intuito de o analista ver a diferença com facilidade quando ocorre a mudança de cor. Outra característica está associada à mudança rapidamente de cor, tanto em excesso de ácido ou base, o equilíbrio desloca-se com facilidade levando a cor incolor para rósea e seu ponto de viragem (mudança de cor) pode ocorrer em uma faixa entre 8,3 à 10,0 (ALMEIDA, 2011).

2.3 Ensino Investigador

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, o ensino por investigação está voltado para as práticas investigativas, projetos para desenvolver conteúdos criativos e curriculares, na estratégia de se utilizar novas metodologias, no planejamento de elaborar materiais de apoio e também estimular nos alunos o hábito da realização de trabalhos em equipes (BRASIL, 2002, p. 137).

O ensino por investigação estimula o pensamento crítico do aluno, sendo assim, a necessidade de enfatizar a abordagem significativa nas salas de aula estabelece não apenas um aprendizado, e sim vários aprendizados a partir de um determinado conteúdo. Assim, para Carvalho (1995), para que isso seja possível em salas de aula, cabe ao professor desenvolver ideias que sustentam o ensino investigativo, ideias de como instigar os alunos com perguntas para que os mesmos busquem respostas.

Na perspectiva de ensino investigador para desenvolver nos alunos é necessário que “Se quisermos realmente que nossos alunos aprendam o que ensinamos, temos de criar um ambiente intelectualmente ativo que os envolva, organizando grupos cooperativos e facilitando o intercâmbio entre eles” (CARVALHO, 1998, p. 16).

Segundo Wartha e Lemos (2016), fazer abordagens investigativas em salas de aula é colocar-se o aluno a frente da resolução de um problema, ou seja, fazê-lo pensar, isso faz com que o aluno saia do modelo tradicional de ensino entre quadro, escrita e explicações do professor fazendo com que o aluno possa construir e formular suas próprias ideias, modelos explicativos, exposições com o intuito de obter autonomia no processo de aprendizagem.

Wartha e Lemos, também abordam que o ensino investigador deve:

[...] partir de situações problemas que mobilizem os estudantes a participarem da investigação, suscitando a busca de informações, a elaboração de modelos explicativos sobre fenômeno em estudo, o contraste dos modelos, e a discussão dos resultados para a elaboração de conclusões acerca do problema. É fundamental que na abordagem investigativa os estudantes mobilizem os conhecimentos que já têm e busquem outros para propor modelos explicativos de modo a solucionarem o problema (WARTHA; LEMOS, (2016. p. 07).

2.4 Aprendizagem Significativa

Entende-se por aprendizagem significativa quando uma nova ideia surge relacionando-se com conhecimento prévios, aquele que já existe de forma preliminar. Para Ausubel (1968) a aprendizagem significativa é dada pelo conteúdo total de ideias de certo indivíduo e sua organização. Na psicologia educacional, Ausubel define como uma ciência possuindo um valor social, defendendo leis gerais de aprendizagem cercadas também por mudanças na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 1968).

De acordo com Farias (2022) o foco principal da teoria de Ausubel está associado à aprendizagem cognitiva, no qual se resulta no armazenamento organizado de informações no cérebro do indivíduo que aprende. É o conjunto do aperfeiçoamento de conhecimentos já adquiridos, ou seja, para aprender a ser algo significativo, o novo conhecimento deve estar conectado com o que antes já existia.

Pelizzari et al. (2002) diz que essa aprendizagem também pode ser o armazenamento por tempo prolongado de um conhecimento adquirido de forma significativa, ou seja, aumentando a capacidade de aprender outros conteúdos de forma simplificada fazendo com que obtenha uma reaprendizagem.

Como também diz Moreira:

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela Interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2010)

Percebe-se então a importância de associar conhecimentos prévios e conteúdos formulados a novos, a fim de obter um novo conhecimento, no qual desenvolve-se a aprendizagem significativa. A aprendizagem está associada a duas concepções, a disposição de aprender novos conhecimentos por parte do aluno e a vinculação do conteúdo aprimorado a fim de ser estudado (AUSUBEL, 1968).

Segundo Moreira (2010), o conhecimento prévio para Ausubel, é a ideia central mais importante para se obter a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isso quer dizer que, se fosse possível isolar uma única ideia, sendo ela a mais influenciadora, seria isolado o conhecimento prévio. Este, ajuda a aperfeiçoar os significados deixando-os mais estáveis, ricos e mais elaborados.

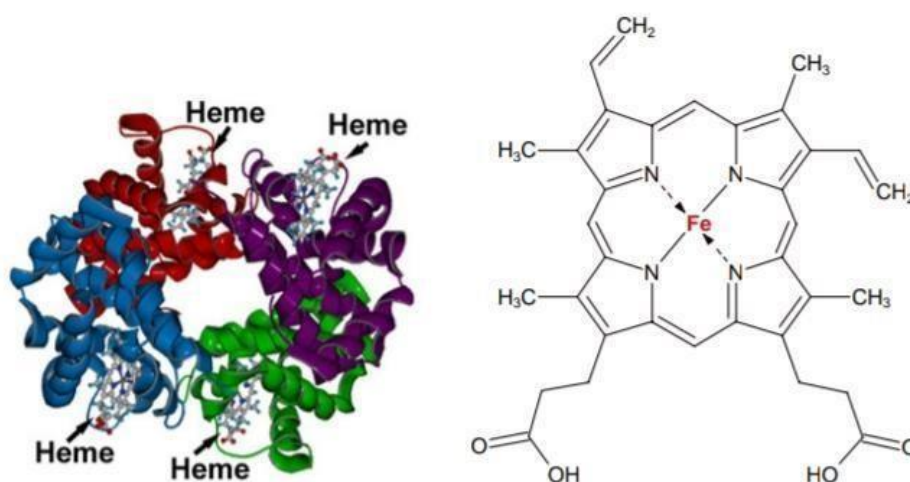
2.5 Teste Kastle-Meyer

Entre as amostras mais analisadas em investigação de crimes, destaca-se as amostras de sangue. O teste Kastle Meyer também conhecido como teste da fenolftaleína, é uma técnica bastante comum na perícia criminalística para detectar a presença ou ausência de sangue em locais de crime, ou seja, detectar a presença da hemoglobina (POLETTTO, 2017).

O sangue é composto por plasma e componentes celulares tais como: leucócitos, eritrócitos e plaquetas (ALMEIDA, 2009). No ramo forense, o sangue desempenha papel fundamental, uma vez que, através dele, pode-se identificar suspeitos ao crime, auxiliando na investigação, o que se caracteriza como vestígio biológico (ALVES; BOAVENTURA, 2021).

Para Costa (2018), os testes presuntivos, também chamados de testes de presunção, são aqueles que determinam a presença de material hemático (Figura 2) a molécula da hemoglobina presente no sangue especificamente nos glóbulos vermelhos tendo como átomo central o íon ferro onde ocorre a decomposição do peróxido de hidrogênio no teste (CHAMELLO, 2007). Nesses testes, a hemoglobina presente no sangue reage com o oxigênio e atua com a enzima peroxidase na sua forma oxidada (MONTEIRO, 2010).

Figura 2 - Representação da hemoglobina e do complexo heme, respectivamente.



Fonte: CHAMELLO, 2007.

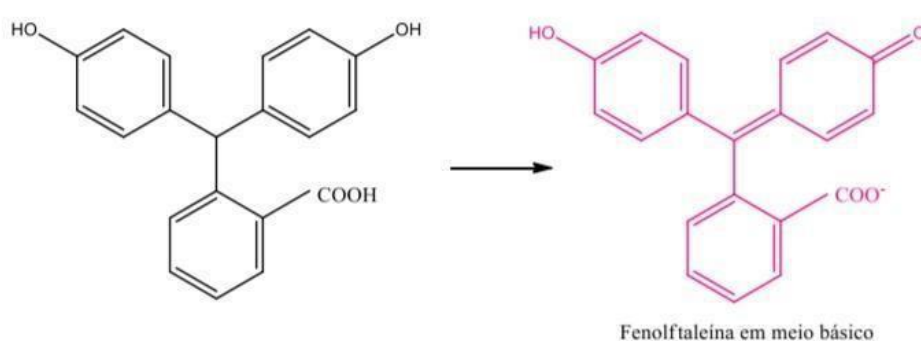
O teste Kastle Meyer é um teste presuntivo, sensível e não pode ser aplicado diretamente no sangue e deve ser feito de forma cuidadosa, uma vez que, no mesmo ambiente em que se encontra o sangue pode haver também outras substâncias capazes de interferir no resultado da análise.

O teste compõe-se por substâncias tais como: hidróxido de sódio, zinco metálico, fenolftaleína e água desligada. A fenolftaleína é o indicador utilizado para esse teste, a observação feita para detectar teste positivo é a mudança imediata de coloração rósea, sendo o oxigênio responsável pela mudança de coloração ao oxidar com a peroxidase (MONTEIRO, 2010).

Algumas características positivas do teste é que ele pode ser feito com facilidade, pouco gastos, de forma rápida e obtendo resultado imediato (LOPES, et al., 2021). Com isso, pode-se verificar que o teste pode ser aplicado e demonstrado através de práticas alternativas aplicando conhecimentos químicos e forenses.

Para Mileski (2016), o teste Kastle Meyer é uma forma de teste de sangue catalítico, uma vez que, a hemoglobina presente no sangue atua catalisando a reação, primeiramente de forma incolor o que significa que a reação ainda está reduzida e posteriormente apresenta a coloração rosa avermelhada, indicando a forma oxidada da fenolftaleína resultando em teste positivo para sangue (Figura 3).

Figura 3 - Reação de oxidação da Fenolftaleína em meio básico.



Fonte: Mileski, 2016.

Para fazer a coleta da amostra é necessário um soro para umedecer o material, o equipamento melhor indicado para recolher uma parte da amostra é um swab ou haste flexível conhecido popularmente como cotonete. Após isso, o peróxido estará agindo como revelador no teste (BRUNI et al., 2012).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi aplicada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, no campus Macapá, especialmente para os alunos do 1º ano de ensino médio na turma de Técnico em Alimentos. Sendo uma pesquisa de trabalho qualitativo baseado no caráter subjetivo e exploratório com narrativa, experiências e observações feitas pelos alunos, sem dados e números concretos (OLIVEIRA, 2013).

A metodologia de aplicação foi descrita em plano de aula, o mesmo encontra-se disponível no apêndice D e foi dividida em dois momentos, sendo um momento de questionário, e um momento de aula expositiva aplicando conteúdos juntamente com a prática experimental utilizando o teste Kastle Meyer. No primeiro momento foi apresentado aos alunos a temática da pesquisa e um simples questionário misto, sendo três perguntas abertas e duas fechadas, totalizando em cinco perguntas. O intuito foi verificar o conhecimento prévio dos alunos a respeito do que será trabalhado na proposta de ensino. No primeiro o questionário foi respondido pelos alunos sem consulta de material e sem apresentação de conteúdo.

O segundo momento foi baseado na elaboração de um material didático abordando o conteúdo indicador ácido-base, demonstrando conceitos, características e alguns indicadores, dando ênfase no conhecimento da fenolftaleína. Em seguida, foi abordado a química na perícia criminal, aplicando algumas características e conceitos a respeito da perícia, dando ênfase na utilização do teste Kastle Meyer para a detecção de manchas de sangue em local de crime. Ao final desta aula foi feito o demonstrativo da prática experimental com o teste Kastle-Meyer, dentro da sala de aula com auxílio de materiais alternativos.

O reagente Kastle-Meyer foi produzido previamente em laboratório de química e de acordo com o procedimento experimental utilizado, primeiramente foi pesado 6,6 g de hidróxido de sódio (NaOH), que posteriormente foram dissolvidos em 30 mL de água destilada; em seguida foi pesado 0,3 g de fenolftaleína em pó, que foi dissolvida em 3 mL de álcool etílico, foram misturadas a solução básica com a etanólica, formando-se então uma única solução com a coloração rosa como mostra na (figura 4-A).

Em seguida, foi pesado 6,6 g de pó de zinco metálico e adicionado a esta solução preparada, básica e etanólica; após isso foi utilizado uma chapa aquecedora

para aquecer esta solução por volta de 1 hora e 45 minutos, esse processo serve para o desaparecimento da cor rosa, aquecendo até a solução ficar incolor. Mesmo sendo utilizado o tempo de aquecimento, a solução continuou rosa, portanto foi necessário deixá-la em repouso por três dias para obter o reagente Kastle-Meyer incolor, como é apresentado na (figura 4-B).

Figura 4 - Solução inicial (A) e solução final (B), reagente Kastle-Meyer.



Fonte: autora, 2023.

Para a realização do procedimento experimental em sala de aula, foi utilizado uma haste flexível (swab) conhecida popularmente como cotonete. Este foi levemente umedecido com água destilada, em seguida foi feito a coleta em um papel toalha contendo sangue de carne bovina. Em seguida, na amostra contendo sangue foi gotejado uma gota do reagente Kastle-Meyer e logo após foi adicionada uma gota de peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

Para Filho e Antedomenico (2010), a solução ficará com uma cor vermelha (aparentemente rosa também), isso acontece porque a fenolftaleína adquire essa cor quando o pH está acima de 8,0, ou seja, reage em meio básico. Durante a prática, nesse momento de revelação do teste, foi feito uma abordagem sobre indicadores ácido-base, a fenolftaleína e a abordagem da técnica utilizada na perícia criminal para a investigação de crimes onde há presença de sangue.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma melhor compreensão dos resultados se faz necessário conhecer os participantes da aplicação da pesquisa. Nesse sentido, participaram trinta e um alunos do primeiro ano do ensino médio, na turma de curso Técnico em Alimentos do Instituto Federal do Amapá no campus Macapá. Os alunos desta turma têm idade na faixa etária entre 14 a 16 anos, e de acordo com os dados coletados durante a aplicação, 77% dos alunos são de sexo feminino e 19,4% de sexo masculino.

4.1 Análise do questionário diagnóstico

Ao serem questionados sobre as perguntas apresentadas no questionário diagnóstico, as respostas foram baseadas em conhecimentos e opiniões que os próprios alunos teriam sobre determinada pergunta, sem a consulta de material ou complemento que pudesse formular a resposta. Em relação à primeira pergunta sobre o que os alunos entendem a respeito de perícia criminal, as respostas foram um pouco iguais com mudança de sinônimos, que no geral, analisadas podem apresentar o mesmo significado. Fazendo-se um levantamento de respostas e de palavras-chave, as respostas que mais se repetiram ou que teriam um significado parecido estão apresentadas na (Tabela 1) a seguir.

Tabela 1 – Resposta dos alunos relacionada à primeira pergunta.

O que você entende a respeito da perícia criminal?	
Aluno 3	“eu acho que são grupos de pessoas que analisam cenas de crimes”
Aluno 5	“perícia é saber o que aconteceu com a pessoa que veio a óbito”
Aluno 11	“entendo pouca coisa”
Aluno 14	“são os especialistas que investigam os casos criminais”
Aluno 2	“pessoas que vão até o local de crime com vítima ou não”
Aluno 16	“ciência que está no topo das resoluções de crimes”

Fonte: autora 2023.

Sobre a segunda pergunta do questionário diagnóstico, de trinta e um alunos participantes, vinte e três deles responderam que não conhecem nenhuma técnica utilizada na perícia para identificação de manchas de sangue em locais de crime e oito desses alunos responderam de acordo com seus conhecimentos a respeito das técnicas perícias, e as respostas formuladas por esses alunos estão descritas na (Tabela 2).

Tabela 2 – Resposta dos alunos relacionada à segunda pergunta.

	Você conhece alguma técnica para identificação de sangue em locais de crime? Qual?
Aluno 1	“sim, luz negra, palitos específicos que são colocados em pequenos recipientes separados.”
Aluno 6	“sim, com a utilização de luz negra.”
Aluno 5	“sim, luz ultravioleta, mas não tenho certeza.”
Aluno 21	“luz negra.”
Aluno 23	“sim, não sei o nome que se dá, mas ela expira “sangue” simulando as manchas/gotas do local que ocorreu o crime.”
Aluno 27	“sim, o recolhimento do sangue para o teste de DNA no laboratório.”
Aluno 3	“método fluorescente.”
Aluno 11	“coleta de sangue para enviar a um laboratório e identificar o DNA.”

Fonte: autora, 2023.

De acordo com a análise das respostas formuladas, percebe-se que o conhecimento dos alunos a respeito das técnicas para identificar manchas de sangue ainda é confuso ou não conseguem se referir a uma técnica com clareza, o que é de se esperar, pois o conhecimento sobre essa temática em sala de aula é pouco mensurado.

Nas respostas dos alunos citadas na tabela acima, é muito mencionada a “luz negra”. No entanto, a luz para identificar manchas de sangue é produzida pelo luminol, que é um composto químico que causa efeito de reação quimiluminescente e na detecção de sangue se resulta em uma luz de cor azulada.

A terceira pergunta do questionário para os alunos, abordava o questionamento “De acordo com os seus conhecimentos químicos, você acha que a

Química pode auxiliar em locais de crime?”. De acordo com a análise das respostas, percebe-se que boa parte dos alunos afirmam que a química pode auxiliar em locais de crime, essa afirmação foi de 22 (vinte e dois) alunos. Os 09 (nove) alunos restantes responderam que não sabem se a química pode auxiliar nos locais de crime.

A (Tabela 3) a seguir apresenta as respostas dos alunos relacionada à pergunta 4 do questionário diagnóstico, a qual se refere ao conteúdo de química abordado na temática da pesquisa. A finalidade da pergunta era questionar os alunos sobre o que eles sabem sobre o assunto indicador ácido-base e o resultado das respostas foi pouco descritivo. Apenas 4 (quatro) alunos responderam a pergunta de acordo com seus conhecimentos prévios, vale ressaltar também que as respostas foram incompletas, pouco formuladas e explicadas de forma direta justamente porque o entendimento sobre o conteúdo ainda era leigo do ponto de vista dos alunos.

Tabela 3 – Respostas dos alunos relacionada a quarta pergunta.

	O que você entende sobre o conteúdo de indicador ácido-base?
Aluno 2	“Não sei nada”
Aluno 5	“Indicadores que indicam a acidez de tal coisa”
Aluno 4	“Que são substâncias”
Aluno 7	“ não faço ideia”

Fonte: autora, 2023.

Conforme as respostas descritas pelos alunos pode-se perceber que os mesmos, tiveram dificuldades em formular o que de fato se relaciona com o conteúdo de indicador ácido-base. De acordo com Santos et al. (2012), esses indicadores são substâncias que apresentam cores diferentes, por terem a capacidade de alterar a colocação na presença de um ácido ou de uma base.

A última pergunta do questionário diagnóstico (pergunta 5), se referia ao indicador ácido-base que seria abordado no estudo, a fenolftaleína. E de acordo com a pergunta: “Você já ouviu falar em um indicador de ácido-base chamado fenolftaleína?”, a pergunta no questionário tem como objetivo fazer o levantamento de quantos alunos, durante a trajetória de estudos até o primeiro ano do ensino

médio já ouviram falar a respeito da fenolftaleína e os resultados das respostas de 31 alunos, apenas 04 responderam que “sim” e os demais responderam “não”.

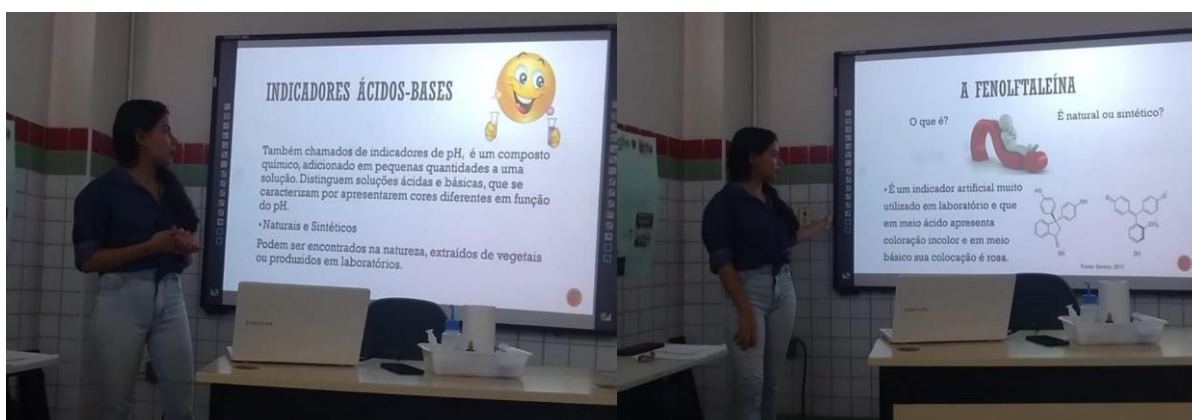
Com isso, de acordo com a análise das cinco perguntas presentes no questionário diagnóstico, foi possível analisar que o estudo da pesquisa iria desenvolver nos alunos novos conhecimentos a partir do pouco conhecimento que já existia, o que Ausubel (1968), chama de aprendizagem significativa.

4.2 Segundo momento de aplicação

O segundo momento de aplicação foi baseado em uma aula expositiva e dialogada sobre o conteúdo de indicadores ácido-base (Figura 6) e posteriormente, foi apresentado o conteúdo relacionado a perícia criminal bem como a demonstração do teste Kastle-Meyer em sala de aula. O conteúdo de química exposto em plano de aula apresentou os conceitos, características e principais indicadores ácidos e bases partindo do indicador principal utilizado para o experimento, a fenolftaleína.

A aula apresentada na primeira parte relacionada ao conteúdo de química foi essencial para o entendimento das próximas etapas, os alunos ainda não tinham conhecimento básico ou avançado sobre os indicadores de ácidos e bases e a partir dos tópicos apresentados, foi possível obter conhecimentos que contribuíram para o entendimento da temática.

Figura 6 – Registros sobre a aula de indicador ácido-base.



Fonte: autora, 2023.

Após esse conhecimento, foi apresentado aos alunos a parte 2 do conteúdo “introdução a respeito da perícia criminal”, em que foi abordado conceitos,

características, áreas de atuação e aplicação do teste kastle-meyer (figura 8) para identificação de manchas de sangue em locais de crime. Sendo o teste Kestle-Meyer o tópico central da pesquisa, este foi apresentado primeiramente de forma teórica, como o teste funciona e os procedimentos realizados para posterior execução do teste e o que ocorre quando o mesmo testa positivo para sangue.

Figura 8 – Registro da aula sobre o teste Kastle-Meyer



Fonte: autora, 2023.

Após o conhecimento teórico, foi aplicada a prática experimental para a identificação de sangue em duas amostras, a primeira não havia presença de sangue, era apenas uma solução vermelha (mistura de extrato de tomate com água) para passar a ideia de que continha sangue. Para a segunda amostra, foi coletada em um recipiente com o auxílio de uma seringa, uma pequena quantidade de sangue bovino. As duas amostras foram utilizadas apenas para os alunos fazerem a comparação da cor final apresentado quando uma amostra era testada com o reagente Kastle-Meyer e o peróxido de hidrogênio, assim também para ser comprovado que o teste reage somente com a hemoglobina presente no sangue.

A primeira amostra a ser testada, mistura com extrato de tomate que não havia sangue, adicionando uma gota do reagente Kastle-Meyer e uma gota do peróxido de hidrogênio, a amostra permaneceu em sua cor original e não houve nenhuma reação. Na segunda amostra, com o sangue da carne bovina, foi feito o mesmo procedimento e ocorreu rapidamente o aparecimento de uma cor rosada o que indicou positivo para presença de sangue (Figura 9).

Figura 9 – Registro da demonstração do teste positivo e negativo



Fonte: autora, 2023.

De acordo com Sebastiany et al. (2013), no teste positivo, a hemoglobina decompõe-se com o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, sendo assim, o oxigênio promove a formação de cor rosa originando-se da fenolftaleína. Vale destacar também que o teste Kastle-Meyer somente se detecta na amostra que contém sangue, porém não identifica se esse sangue é origem humana. Outro fator importante é que existem substâncias capazes de falsificar teste positivo.

Após a demonstração do teste, houve também a participação dos alunos para a execução do procedimento experimental (Figura 10), no qual foi possível os alunos executarem a prática e visualizarem melhor a mudança de cor bem como a reação ocorrida e entenderam na prática como funciona o teste kastle-Meyer. Bizzo (2002) afirma que a participação dos alunos em experimentos em sala de aula desperta curiosidade, levando-os a participarem da aula para aprimorar os conhecimentos que já foram adquiridos.

Figura 10 – Registro da participação do aluno na prática experimental.



Fonte: autora, 2023.

7.3 Análise do questionário após aplicação do conteúdo

O mesmo questionário aplicado aos alunos no primeiro momento foi repassado a eles novamente no último momento da fase, com o intuito de verificar a aprendizagem dos alunos bem como as dificuldades apresentadas e fazer o comparativo de respostas antes e depois da aplicação do conteúdo teórico e prático.

A seguir na tabela 4, é possível observar as respostas que mais se repetiram ou que foram semelhantes, relacionadas à primeira pergunta após a aplicação de conteúdo. Vale ressaltar que os 31 alunos responderam a pergunta de acordo com os conhecimentos que adquiriram na aula, fazendo-se a análise, tabela a seguir apresenta.

Tabela 4 – Resposta dos alunos na primeira pergunta após a aplicação.

O que você entende a respeito da perícia criminal?	
Aluno 1	“É uma atividade de estado, de caráter técnico que atua na investigação de crimes. Cada perito tem sua área de atuação”
Aluno 2	“É a análise de um ambiente no qual ocorreu um crime, é uma atividade técnico-científico”
Aluno 4	“Que é uma atividade típica do Estado, de caráter técnico científico. Atuando na investigação de crimes, aplicando a ciência à lei”
Aluno 10	“Uma profissão da qual a pessoa investiga a cena de crime, e tem vários “tipos” de perícia, a de campo, laboratório, floresta etc”
Aluno 12	“Essa área é responsável pela identificação, coleta, processamento e correta interpretação dos vestígios de um crime, sempre atuando dentro dos limites estabelecidos pela ciência”
Aluno 15	“É a investigação feita para descobrir detalhes de um crime que ainda não foi totalmente descoberto”
Aluno 16	“Uma área da polícia que identifica e/ou tenta tirar conclusões com base nos vestígios do ambiente onde ocorreu o incidente”
Aluno 19	“Analisa cenas criminais”

Fonte: autora, 2023.

Fazendo um comparativo sobre a primeira pergunta relacionada ao entendimento da perícia criminal na tabela 1 do questionário diagnóstico e em seguida comparando-os com os da tabela 4, pode-se perceber que as respostas dos alunos após a aplicação do conteúdo foi muito bem elaborada e mais explicativa de acordo com os termos técnicos apresentados no CPP e no tópico de introdução a perícia criminal, ministrado em sala de aula. Fazendo a análise das respostas, observa-se que os alunos entenderam o conceito de perícia criminal.

A segunda pergunta relacionada ao conhecimento dos alunos sobre alguma técnica para identificação de sangue em locais de crime, foi perceptível que na tabela 2 as respostas elaboradas antes da aplicação do conteúdo ainda são confusas e/ou pouco formuladas e sem muito conhecimento. Na tabela 5 a seguir, são apresentadas as respostas sobre as mesmas perguntas, após a aplicação.

Tabela 5 – Respostas da pergunta 2 após a aplicação do conteúdo.

Você conhece alguma técnica para identificação de sangue em locais de crime? Qual?	
Aluno 2	“Sim o Kastle-Meyer que usa um indicador de pH para descobrir se tem presença de sangue, o teste compõe-se por: hidróxido de sódio, zinco metálico, fenolftaleína e água destilada”
Aluno 5	“O reagente kastle-Meyer”
Aluno 8	“O luminol”
Aluno 9	“O uso da Fenolftaleína”
Aluno 21	“Kastle-Meyer, serve para identificar se é sangue ou não”
Aluno 27	“Seria a Kastle-Meyer, técnica criada utilizando reagentes em específico para identificar se o sangue é verdadeiro, reagindo junto com a hemoglobina, dando um aspecto como se estivesse “inchado”
Aluno 30	“Sim! Fenolftaleína”
Aluno 31	“Sim, o método kastle-Meyer”

Fonte: autora, 2023.

Os alunos formularam suas respostas de acordo com o que aprenderam em sala, que o teste Kastle-Meyer também chamado de teste da fenolftaleína, é uma técnica muito utilizada na identificação de sangue em locais de crime, composto por um reagente que atua como indicador (Sebastiany et al., 2013).

O comparativo da terceira pergunta após a aplicação, teve um resultado totalmente positivo, pois todos os 31 alunos afirmaram que “sim”, que de acordo com seus conhecimentos químicos, a química pode auxiliar em locais de crime, e com a aplicação da aula teórica e prática, os alunos puderam presenciar como seria essa ligação da química com a perícia criminal, envolvendo os conhecimentos teóricos e práticos ministrados durante a aula.

Algumas respostas dos alunos sobre a quarta pergunta estão apresentadas na tabela 6. Após a aplicação, as respostas foram mais completas e descritivas. Com isso, foi possível obter um bom resultado, pois os alunos conheceram de fato o conteúdo de indicador ácido-base pela primeira vez e puderam ver na prática a utilização da fenolftaleína.

Tabela 6 – Respostas da pergunta 4 após a aplicação do conteúdo.

O que você entende sobre o conteúdo de indicador ácidos-bases?	
Aluno 5	“Os indicadores de ácidos-bases indicam o pH revelando se são ácidos ou básicos”
Aluno 6	“São substâncias que, por suas propriedades físico-químicas, apresentam a capacidade de mudar de cor na presença de um ácido”
Aluno 10	“Composto químico, adicionado em pequenas quantidades a uma solução, também chamado de PH”
Aluno 17	“Os indicadores ácido-base são substâncias naturais ou sintéticas que têm a propriedade de mudarem de cor em função do pH do meio”
Aluno 19	“Indicador de ph, uma substância que muda de cor quando colocada em contato com um ácido ou uma base”
Aluno 22	“Os indicadores ácidos base possuem relação com o pH, que seria em relação, ao descobrimento de que substâncias sendo ácidas ou básicas, como exemplo, temos nosso sangue, que é básico”
Aluno 25	“Que eles atuam como indicadores de pH, e que podem ser naturais ou sintéticos”
Aluno 27	“São substâncias que, na prática, indica o pH de uma solução pela mudança de coloração”

Fonte: autora, 2023.

De acordo com as respostas dos alunos após a visualização do conteúdo e da prática, percebe-se que os mesmos souberam elaborar sua própria concepção a respeito do conteúdo de indicador ácido-base e souberam associá-lo com a perícia criminal. Com isso entenderam que os indicadores são substâncias utilizadas em

pequenas quantidades, capazes de identificar se a solução é ácida ou básica de acordo com a mudança da coloração e conheceram a fenolftaleína que também é um indicador no qual reage com o meio básico obtendo uma coloração rosa.

As respostas dos alunos sobre a última pergunta do questionário no qual foram questionados se já tinham ouvido falar sobre o indicador ácido-base chamado fenolftaleína, foi totalmente positiva, comparado com as respostas antes da aplicação, pois todos os 31 alunos responderam que sim, ou seja, passaram a conhecer um indicador ácido-base bem como um de suas aplicações.

Analisando-se os resultados obtidos através da explicação, não apenas com as respostas mencionadas nos questionários, mas também durante a aplicação do conteúdo teórico e aplicação da prática, foi notório que os alunos tiveram a oportunidade de se aprofundar em algo que para eles ainda era novo e não tinham muito conhecimento ou não sabiam formular as opiniões corretas o que pode-se observar na análise do questionário diagnóstico. Foi possível desenvolver nos alunos o lado crítico e investigador, além de estimular uma aprendizagem diferenciada envolvendo conhecimentos químicos e forenses, o que foi alcançado de acordo com o objetivo da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estes resultados possibilitaram observar a importância de desenvolver uma temática inovadora na disciplina de química do primeiro ano do ensino médio no Instituto Federal do Amapá. Uma temática que seja atraente do ponto de vista dos alunos, desenvolvendo a aprendizagem significativa na qual está relacionada com os conhecimentos prévios para ampliar o surgimento de uma nova ideia. Além de estimular o ensino investigador fazendo com que os alunos desenvolvam o lado crítico e observador colocando-o à frente da resolução de um problema, neste sentido, utilizando o método de observação e análise. É importante ressaltar que a temática da pesquisa é vista como algo novo em sala de aula, e o método de ensino utilizado na aplicação da pesquisa é pouco mensurado no ensino de química.

Sendo assim, a análise de resultados realizados nas duas etapas mostrou primeiramente que os alunos não possuíam conhecimento sobre o conteúdo, ou possuíam pouco. O desenvolvimento da aplicação mostrou que os alunos conseguiram formular as próprias ideias e estimular mais de uma aprendizagem a partir do conhecimento do conteúdo de indicador ácido-base. Com isso, foi possível atingir os objetivos específicos apontados no trabalho ao decorrer da aplicação.

Um dos objetivos apontado foi abordar o ensino investigador como método de aprendizagem, sendo alcançado no momento em que os alunos foram associando a investigação com o conteúdo de química e conseqüentemente foi possível avaliar a aprendizagem significativa a partir da proposta de ensino, realizando uma aula atrativa envolvendo a perícia criminal. A abordagem da aprendizagem significativa foi realizada também no momento de associar o indicador ácido-base, a fenolftaleína com a identificação de sangue em cenas de crime, o conteúdo de química até então era um conhecimento prévio que os alunos tinham a respeito da fenolftaleína e foi aprimorado na perícia criminal. A elaboração do material didático composto por aula teórica, prática e questionário também foi um objetivo específico alcançado.

Deste modo, percebe-se que essa pesquisa é de grande importância para o ensino e aprendizagem de química no ensino médio, uma vez que esta proposta pode facilitar a compreensão do conteúdo em sala de aula desenvolvendo fatores de ensino importantes tais como, associação de conteúdo e termos técnicos com o cotidiano, aprendizagem significativa, ensino investigador, a utilização da química na

área pericial bem como o entendimento do conteúdo com auxílio da prática experimental em sala de aula. De acordo com os resultados apresentados neste trabalho, pode-se perceber que esses fatores de ensino foram alcançados de acordo com a proposta em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de Ensino-aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, v. 1, n. 1, p. 74-86, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – ciências da natureza e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC, 2002.
- BITTAR, N. M. E. **Medicina Legal e Noções de Criminalística**. 6. ed. Salvador: JusPodivm, 2017. 384p.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2002.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no ensino fundamental: O Conhecimento Físico**. São Paulo: Scipione, 1998.
- COSTA FILHO, P. E. G. da. **Medicina Legal e Criminalística**. Brasília: Vestcon, 2012, 234 p. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/307820569_Medicina_Legal_e_Criminalistica. Acesso em 1 nov. 2022.
- CUNICO, E. **Perícia em locais de morte violenta: criminalística e medicina legal**. Curitiba: Edição do Autor, 2010, 388p.
- DIAS FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. A Perícia Criminal e a Interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, Maio, 2010. Disponível em: <https://periciaemfoco.blogspot.com/2012/04/pericia-criminal-e-interdisciplinaridad.html>. Acesso em: 1 nov. 2022.
- FARIAS, G. B. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da competência em informação. **Escola de Ciência da Informação da UFMG**, v.27, n. 2, p. 58-76, abr/jun 2022.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 1-3, 2009.
- LEVORATO, A. R. *et al.* Material de apoio pedagógico. III. Material de apoio teórico. **Ensino e Tecnologia em Revista**. v.3, n.1, p. 145-159, jan./jun. 2019. Disponível em: periodicos.utfpr.edu.br. Acesso em 16 jan. 2023.
- LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no ensino de química. **Revista Espaço acadêmico**, n. 136, set., 2012.

MARTHA, E. J.; LEMOS, M. M. Abordagens investigativas no ensino de química: limites e possibilidades. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v.12, p.5-13., Jan./jul., 2016.

MANZANO, L. F. M. **Prova Pericial**: admissibilidade e assunção da prova científica e técnica no processo brasileiro. São Paulo: Atlas, 2011.

MILESKI, T. C. **Aplicação de corantes benzazólicoa fluorescentes por esipt para a revelação de manchas de sangue em cenas de crime e a síntese do Luminol**. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

MOREIRA, M. A. **Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais**. Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010.

OLIVEIRA, N. L. BARBOSA, A. C.; **Ensino de Química: Afinidade, Importância e Dificuldades dos estudantes no Ensino Médio**. Universidade Federal da Paraíba – PB, 2019.

OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p. 39-42, jul./jul.2002.

PIAGET, J. O tempo e o desenvolvimento intelectual da criança. In: **Piaget**. Rio de Janeiro: Forense, 1973.

POLETTTO, M. A Ciência Forense como Metodologia Ativa no Ensino de Ciências. Universidade de Caxias do Sul (UCS). **Experiências em Ensino de Ciências** v.12, n.8, 2017.

REIS, A. B. **Metodologia Científica em Perícia Criminal**. 2.ed. Campinas, SP: Millennium, 2011.

SANTIAGO, E. **Criminalística Comentada**: exposição e comentários de temas Periciais e assuntos correlatos, questões polêmicas- temas controvertidos. Campinas, SP: Millennium, 2014.

SANTOS, F. M. C. **Indicadores ácido-base**: uma alternativa para o ensino de sistema π conjugados em Química Orgânica. Caruaru, UFPE, 2017.

SANTOS, L. G. V. *et al.* Indicadores naturais ácido-base a partir de extração alcoólica dos pigmentos das Flores Hibiscus rosa-sinensis e Iroxa chinensi, utilizando materiais alternativos. **Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. Disponível em:
<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1352/1154>
Acesso em: 16 jan. 2023

SEBASTIANY, A. P. *et al.* A utilização da ciência Forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos Científicos. **Educación Química**, 24(1), 49-56.

TARNOWSKI, K. S. **Indicadores ácido-base de repolho roxo**. Udesc, 2017. Disponível em: www.quimicaempratica.com. Acesso em: 01 nov. 2022.

TOCCHETTO, D.;ESPÍNDULA, A. **Criminalística: procedimentos e metodologias**. 2. ed. Porto Alegre: Espindula, 2013.

VARGAS, J. P. S.; KRIEGER, J. R. A Perícia Criminal em Face da Legislação. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**. Itajaí, Centro de Ciências Sociais e Jurídicas da UNIVALI. v. 5, n.1, p. 382-396, 2014.

APÊNDICE A

TERMO DE ACEITE PARA ORIENTAÇÃO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO

APÊNDICE A

TERMO DE ACEITE DE ORIENTAÇÃO DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO

Pelo presente termo, Haroldo da Silva Ripardo Filho, Professor(a) do Curso de **Licenciatura em Química**, firma seu aceite na orientação do **Trabalho de Conclusão de Curso** sob a forma de **Projeto de Pesquisa** do aluno (a) **Marcela Juliana Gomes dos Santos** a ser desenvolvido a partir de 13 de agosto de 2022, com prazo de conclusão para 18 de novembro de 2022, com sugestão inicial de título/tema do TCC: A Química Forense: Uma proposta de aprendizagem significativa aplicando conhecimentos da química no ensino médio.

Macapá (AP), 30 de agosto de 2022.

g.v.b

Documento assinado eletronicamente
HAROLDO DA SILVA RIPARDO FILHO
Data: 02/09/2022 09:02:35-03:00
Verifique em: <https://verificacao.dfe.gov.br>

Assinatura do Professor-orientado

Marcela Juliana Gomes dos Santos
Assinatura do Aluno orientado

APÊNDICE B
QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Questionário a ser aplicado aos alunos antes e após a aplicação do conteúdo

1 - O que você entende a respeito de perícia criminal?

2 - Você conhece alguma técnica utilizada na perícia para a identificação de manchas de sangue em locais de crime? Qual?

3 - De acordo com os seus conhecimentos químicos, você acha que a Química pode auxiliar em locais de crime?

Sim () Não ()

4 – O que você entende sobre o conteúdo de indicadores ácidos-bases?

5 - Você já ouviu falar em um indicador de ácidos-bases chamado Fenolftaleína?

Sim () Não ()

APÊNDICE C

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Procedimento do experimento do teste Kastle-Meyer ser aplicado aos alunos

MATERAIS E REAGENTES

- Haste flexíveis com pontas de algodão;
- Conta-gotas;
- Amostra de sangue (ex.: vasilha suja com “sangue” de carne bovina);
- Peróxido de Hidrogênio (água oxigenada 5% ou 10%);
- Reagente de Kastle Meyer;
- Água destilada ou soro fisiológico;

PREPARAÇÃO DO REAGENTE KASTLE MEYER

1. Fazer uma amostra contendo 6,6 g de NaOH em 30 ml de água destilada.
2. Adicionar à esta solução 0,3 g de Fenolftaleína dissolvida em 3 ml de etanol.
3. Adicionar 6.6 g de pó de zinco metálico à solução e aquecendo-a em fogo baixo ou em uma manta aquecedora, até o desaparecimento da cor rósea.

Obs.: Se não mudar a intensidade da cor, deixar descansar por três dias a solução até a intensidade da cor desaparecer quase completamente.

TESTE DE IDENTIFICAÇÃO

1. Umedecer levemente a haste flexível com soro fisiológico ou água destilada;
2. Passar a haste na amostra contendo sangue;
3. Pingar, com conta-gotas uma gota do reagente Kastle Meyer na haste;
4. Pingar uma gota de água oxigenada (Peróxido de Hidrogênio).

Obs.: Instantaneamente, ocorrerá uma mudança de coloração no algodão. Uma cor avermelhada poderá ser visualizada, indicando a presença de sangue.

APÊNDICE D**PLANO DE AULA**

1. IDENTIFICAÇÃO	Trabalho de conclusão de curso: TCC 2	
Escola Campo: Instituto Federal do Amapá – Campus Macapá		
Componente Curricular: Química Série: 1º ano Turma: Técnico em Alimentos		
Professor da escola de campo: Rosana Tomazi		
Professor Orientador: Haroldo Ripardo Filho Discente: Marcela Juliana Gomes		
Curso: Licenciatura em Química	Semestre/Ano: 8º	
Data: 22/05/2023 Plano de aula referente a dois momentos de aplicação.		

2. TEMA

Introdução a Perícia Criminal e a abordagem da Química

3. OBJETIVOS

- Abordar a introdução e conhecimentos da perícia criminal;
- Introduzir o conteúdo de indicadores ácidos-bases;
- Abordar a aplicação da química dentro da área forense;
- Apresentar a aplicação do teste Kastle Meyer.

4. CONTEÚDO

- Introdução a Perícia Criminal;
- Introdução ao conteúdo de Indicadores ácidos-bases.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO

- Aula expositiva teórica;
- Aplicação de questionários;
- Aula prática.

6. RECURSO DIDÁTICO

- Notebook;
- Projetor de slide;
- Quadro branco;
- Pincel;
- Apagador

7. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

Os alunos serão avaliados de acordo com a participação e interação a respeito da aula e participação nos questionários.

8. REFERÊNCIAS

POLETTI, M. A Ciência Forense como Metodologia Ativa no Ensino de Ciências. Universidade de Caxias do Sul (UCS). Experiências em Ensino de Ciências V.12, N.8, 2017.

FELTRE, Ricardo. Química. 7. Ed. V. 1. São Paulo: Moderna, 2008.

FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. Ed. V. 1. São Paulo: Ática, 2016.

APÊNDICE E

CARTA DE ANUÊNCIA



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CAMPUS MACAPÁ

CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA
(Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Eu, **MÁRCIO GETÚLIO PRADO DE CASTRO**, Diretor Geral do **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá**, tenho ciência e autorizo a realização da pesquisa intitulada “A UTILIZAÇÃO DO TESTE KASTLE MEYER PARA O DESENVOLVIMENTO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA”, sob responsabilidade da pesquisadora **MARCELA JULIANA GOMES DOS SANTOS**, sob orientação do Dr. **HAROLDO DA SILVA RIPARDO FILHO**, com o seguinte objetivo: *Promover uma proposta de ensino investigador através dos conhecimentos químicos forense aplicados em conteúdos na química do ensino médio no Instituto Federal na zona norte de Macapá – AP*, necessitando portanto, ter acesso aos dados a serem colhidos em uma turma do primeiro ano da instituição. Ao mesmo tempo, pedimos autorização para que o nome desta instituição conste no relatório final, bem como futuras publicações em eventos e periódicos científicos.

Ressaltamos que os dados coletados serão mantidos em absoluto sigilo de acordo com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS), que trata da pesquisa envolvendo Seres Humanos. Salienciamos ainda que tais dados serão utilizados somente para a realização deste estudo ou serão mantidos permanentemente em um banco de dados de pesquisa, com acesso restrito, para utilização em pesquisas futuras.

Macapá, 19 de maio de 2023.

Márcio Getúlio Prado De Castro
Diretor Geral do Campus Macapá
Portaria nº 032/2019/GRU/IFAP

Márcio Getúlio Prado de Castro
Diretor Geral do Instituto Federal do Amapá

APÊNDICE F

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CAMPUS MACAPÁ**

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “A UTILIZAÇÃO DO TESTE KASTLE MEYER PARA O DESENVOLVIMENTO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA”, desenvolvida pela pesquisadora Marcela Juliana Gomes dos Santos (96 981213876) e orientada pelo professor Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho (91 98349-8378). Seus pais ou responsáveis legais permitiram que você participe.

O objetivo central é promover uma proposta de ensino investigador através dos conhecimentos químicos forense aplicados em conteúdo na química do ensino médio no Instituto Federal da zona norte de Macapá/AP).

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os adolescentes que irão participar desta pesquisa têm de quinze (15) a dezessete (17) anos de idade.

A pesquisa será feita no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, onde os adolescentes participaram da aplicação de uma proposta de aula baseada no ensino investigador. Para isso, será aplicado um questionário com perguntas objetivas e abertas, ele é considerado seguro, mas é possível ocorrer riscos como a quebra de confidencialidade e disponibilidade de tempo para responder ao instrumento. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones que tem no começo do texto. Mas há coisas boas que podem acontecer relacionado com a sua colaboração nesta pesquisa como a percepção da química nos processos investigativos forense.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Por isso, solicitamos a sua colaboração e autorização para apresentar os resultados desta pesquisa em eventos da área de Ensino de Química, publicar em revista científica Nacional e/ou Internacional e no formato de TCC, mas sem identificar os adolescentes que participaram.

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu _____ aceito participar da pesquisa “A UTILIZAÇÃO DO TESTE KASTLE MEYER PARA O DESENVOLVIMENTO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA”.

Entendi as coisas ruins (riscos) e as coisas boas (benefícios) que podem acontecer participando da pesquisa. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Macapá/AP, ____ de _____ de 2023

Assinatura (Adolescente)

Assinatura (Pesquisador)