

**FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EMPLEANDO
TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO: DESORCIÓN DE
MANGANESO**

MARIA LINETH INTENCIPA ACOSTA
JENNIFER GERALDINE PINEDA FONSECA

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD CIENCIA Y TECNOLOGÍA, DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUIMICA
BOGOTÁ D.C.
2022

**FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EMPLEANDO
TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO: DESORCIÓN DE
MANGANESO**

MARIA LINETH INTENCIPA ACOSTA
JENNIFER GERALDINE PINEDA FONSECA

Trabajo de Grado

Dora Luz Gómez Aguilar
Directora

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD CIENCIA Y TECNOLOGÍA, DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUIMICA
BOGOTÁ D.C.
2022

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

Firma Evaluador: Martha Villarreal

Firma Evaluador: Carlos Valencia

Bogotá, 01 de junio de 2022

DEDICATORIA

A Dios, por estar presente en cada una de las etapas de mi vida, por sentir su apoyo en los momentos de dificultad y por ser la base en la que se construyen todos mis sueños y aspiraciones.

A mi familia por ser apoyo en momentos de debilidad y por ser la motivación para realizar y cumplir todos mis objetivos de vida.

Intencipa Acosta, María Lineth

El presente trabajo de grado se lo dedico primeramente a Dios por darme las fuerzas, la salud, ciencia, sabiduría e inteligencia para continuar con mis proyectos.

A mis padres por su apoyo incondicional para continuar con mis objetivos a pesar de las circunstancias y quienes me formaron con exigencia, humildad, valores, respeto, perseverancia y superación para ser la persona que ahora soy; finalmente amigos que me acompañaron durante todo mi proceso educativo, me cuidaron y me animaron a continuar.

Pineda Fonseca, Jennifer Geraldine

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser luz en la desesperanza y bendecirme con personas que contribuyeron a la realización de este trabajo de grado.

A mis Padres por amar, acompañar y apoyar cada una de mis decisiones, siendo los principales promotores en la realización de mis sueños.

A mis hermanos por esa voz de aliento en cada etapa de la realización de este trabajo de grado.

A los profesores que con su vocación inspiran y crean expectativas positivas de la labor del educador.

A la Profesora Dora Luz Gómez por su dirección en la elaboración de este trabajo grado, que con sus aportes, compromiso y paciencia nos condujo a su implementación, cumpliendo con cada una de nuestras expectativas.

A mis amigos por estar en cada etapa de este proceso educativo, donde hubo apoyo y crecimiento mutuo.

A mi novio por escuchar y aconsejar en los momentos de debilidad.

Intencipa Acosta, María Lineth

A Dios por darme las fuerzas de cada día, poner en mi camino personas que no solo alimentaron mi conocimiento y me permitieron ver mis habilidades, si no también acompañarme en cada una de las etapas de formación docente.

A nuestra directora

A mis padres por su apoyo incondicional, sus gracias y sus cuidados durante todo el trayecto de mi vida, por apoyarme en mí educación pese a las circunstancias.

A la profesora Dora Luz Gómez, docente del departamento de química, por compartir su conocimiento e intereses con nosotras, su carisma y experiencia, su disposición y apoyo en este y otros espacios de formación.

A cada uno de los docentes y colaboradores del departamento de química de la universidad pedagógica nacional por su paciencia, carisma y disposición.

A mis amigas que me acompañó durante la mayor parte del trayecto educativo, enseñándome que la paciencia, dedicación y conocimiento son virtudes que solo se tienen cuando tienes aspiraciones.

A nuestros evaluadores Martha Elizabeth Villareal y Carlos Hernán Valencia por sus aportes, sugerencias y recomendaciones que fortalecieron y enriquecieron el presente proyecto de grado.

Pineda Fonseca, Jennifer Geraldine

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Justificación	3
1.2	Antecedentes disciplinares	5
1.3	Antecedentes didácticos	6
1.4	Planteamiento del problema	7
1.5	Objetivo General	8
1.6	Objetivos específicos	8
2.	REFERENTES TEÓRICOS.....	9
2.1	Competencias científicas	9
2.2	Niveles de conocimiento	10
2.3	Dimensiones de competencias científicas	10
2.4	Trabajo práctico de laboratorio e importancia	11
3.	REFERENTES CONCEPTUALES	12
3.1	Metales pesados	12
3.2	Manganeso	13
3.3.	Espectroscopia de Absorción Atómica.....	14
3.4.	Espectroscopia de Infrarrojo.....	16
3.5.	Biosorción	16
3.6.	Biosorbente.....	17
3.7	Punto de pH en carga cero.....	20
4.	MARCO METODOLÓGICO	20
4.1	Fase 1: Muestreo sistemático de la cáscara de naranja.....	21
4.2	Fase 2: Preparación, análisis fisicoquímico de materia prima y diseño de trabajo Práctico de laboratorio adsorción.....	21
4.3	Fase 3: Implementación y retroalimentación de prueba diagnóstica.....	22
4.4	Fase 4: Implementación trabajo práctico de laboratorio, Informe y, sustentación de resultados.....	23
4.5	Fase 5: Prueba Final.....	24
5.	CRONOGRAMA.....	25
6.	RESULTADOS	27
6.1	Resultados Fase 1. Muestreo sistemático de la cáscara de naranja.....	27
6.2	Resultados Fase 2. Preparación, análisis fisicoquímico de materia prima y diseño de trabajo práctico adsorción.....	29
6.2.1	Preparación de la materia prima.....	30
6.2.2	Análisis fisicoquímico materia prima.....	34
6.2.3	Determinación de condiciones óptimas para la adsorción y desorción.....	39

6.3 Resultados Fase 3. Implementación y retroalimentación de prueba diagnóstica.	47
6.3.1 Implementación de Prueba Diagnóstica.	47
6.3.2 Retroalimentación de prueba diagnóstica.	71
6.4 Resultados Fase 4. Trabajo práctico de laboratorio, informe y sustentación de resultados.	73
6.4.1 Trabajo practico de laboratorio.	73
6.4.2 Informe y sustentación de resultados del TPL.	75
6.5. Resultados Fase 5. Prueba Final.	78
7. CONCLUSIONES	84
8. RECOMENDACIONES	85
9. BIBLIOGRAFÍA	86
9.ANEXOS	91

TABLAS

Tabla 1: Dimensiones, subcompetencias e indicadores de evaluación del método enseñanza aprendizaje por competencia científica.....	11
Tabla 2: Grados de maduración de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) producida por encima de los 900 metros sobre el nivel del mar.....	18
Tabla 3: Ligandos presentes en los sistemas biológicos y las tres clases de metales.....	19
Tabla 4: Cronograma Proyecto de Investigación fortalecimiento de competencias científicas empleando trabajos prácticos de laboratorio: Desorción de manganeso.....	27
Tabla 5: Determinación porcentaje de humedad presente en cáscara de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) grado de maduración 1, 3 y 6 NTC 4086 de 1997.....	34
Tabla 6: Determinación pH punto cero (pH _{PCC}) en cáscara de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) grado de maduración 6, según NTC 4086 de 1997.....	34
Tabla 7: Determinación de Mn (II) en cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) grado de maduración 6 según NTC 4086 de 1997, por espectrofotometría de absorción atómica.....	36
Tabla 8: Determinación de pH óptimo en adsorción de Mn (II) en cáscara de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) grado de maduración 6 según NTC 4086 de 1997, por espectrofotometría de absorción atómica.....	39
Tabla 9: Absorbancia de soluciones patrón, empleadas para determinar cantidad de cáscara de naranja Valencia, acidificante y tiempo de contacto óptimo.....	40
Tabla 10: Determinación de cantidad de naranja, acidificante y tiempo óptimo la para adsorción de Mn (II) en cáscara de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) grado de maduración 6 según NTC 4086 de 1997, por espectrofotometría de absorción atómica.....	41
Tabla 11: Absorbancia de soluciones patrón, empleadas para determinar cinética de absorción y grado de maduración óptimo.....	42
Tabla 12: Determinación de cinética de adsorción de Mn (II) en CN (<i>Citrus sinensis</i>).....	43
Tabla 13: Determinación de grado óptimo de maduración de CN para la adsorción de Mn (II).....	44
Tabla 14: Absorbancia de soluciones patrón, empleadas para determinar concentración de manganeso en la CN utilizada para el TPL con estudiantes.....	45
Tabla 15: Determinación de concentración de Mn (II) en la CN a condiciones óptimas de adsorción.....	46

Tabla 16: Determinación de concentración de Mn (II) en la CN a condiciones óptimas de adsorción.....	46
Tabla 17: Determinación de concentración de Mn (II) en las soluciones extractoras después de desorción.....	46
Tabla 18: Determinación de concentración de Mn (II) en la solución extractora de HCl a diferentes tiempos de desorción.....	47
Tabla 19: Evaluación de prueba diagnóstica con estudiantes de Métodos de Análisis Químico I	71
Tabla 20: Evaluación de prueba final con estudiantes de Métodos de Análisis Químico I	79
Tabla 21: Relación evaluativa de la prueba diagnóstica y la prueba final.....	82

FOTOS

Foto 1: Cultivo de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) del centro de investigación y recreación la Isla, Sasaima Cundinamarca.....	28
Foto 2: Naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) sin clasificar según NTC 4086 de 1997.....	29
Foto 3: Naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) clasificadas en grados de maduración 3 y 6 según escala de maduración NTC 4086 de 1997.....	29
Foto 4: Cáscara de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>), grado de maduración 1 y 3 según NTC 4086 de 1997.....	30
Foto 5: Proceso de secado cáscara de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>).....	31
Foto 6: Muestras de cáscara de naranja Valencia secas en grado de maduración 1, 3 y 6 según NTC 4086 del 1997.....	31
Foto 7: Molino Thomas Wiley modelo cuatro de Laboratory Mill, con malla con tamaño de partícula 1mm.....	32
Foto 8: Malla con tamaño de partícula 1mm, para molino Thomas Wiley modelo.....	32
Foto 9: Cáscara de naranja Valencia seca en grados de maduración 1, 3, 6 y tamaño de partícula de 1 mm.....	32
Foto 10: Cáscara de naranja Valencia seca en grados de maduración 1, 3, 6 y tamaño de partícula de 0.18 mm.....	33
Foto 11: Tamiz STANDARD SIEVE SIRIES de 1.10 mm.....	33
Foto 12: Primera pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de características físicas y químicas para el análisis de aguas residuales.....	48
Foto 13: Respuesta sobresaliente a primera pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	49
Foto 14: Respuesta insuficiente a la primera pregunta de prueba diagnóstica en Formulario de Google.....	49
Foto 15: Segunda pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de características físicas y químicas de los metales pesados...50	
Foto 16: Respuesta excelente a la segunda pregunta de la prueba diagnóstica en Formulario de Google.....	52
Foto 17: Respuesta insuficiente a la segunda pregunta de la prueba diagnóstica en Formulario de Google.....	52
Foto 18: Tercera pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de características físicas y químicas del manganeso.....	53
Foto 19: Cuarta pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, presencia de manganeso en aguas residuales.....	55
Foto 20: Respuesta excelente a cuarta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	56
Foto 21: Respuesta deficientes a cuarta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	56
Foto 22: Quinta pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, preparación de solución stock.....	57

Foto 23: Respuesta excelente a quinta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	59
Foto 24: Respuesta insuficiente a quinta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	59
Foto 25: Sexta pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, Preparación de soluciones patrón.....	59
Foto 26: Respuesta excelente a sexta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	61
Foto 27: Respuesta aceptable a sexta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	62
Foto 28: Séptima pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, Preparación de soluciones patrón.....	63
Foto 29: Octava pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, presencia de manganeso en aguas residuales.....	65
Foto 30: Respuesta sobresaliente a octava pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	66
Foto 31: Respuesta Aceptable a octava pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.....	67
Foto 32: Novena pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de concepto de adsorción.....	67
Foto 33: Decima pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de concepto de adsorción.....	69
Foto 34: Estudiantes del grupo de Métodos de Análisis Químicos I, 2022-1...	74
Foto 35: Soluciones extractoras HCl, H ₂ SO ₄ , EDTA, NaOH y Ca(NO ₃) ₂ y soluciones Patrón 0,25, 0.5, 1, 1,5, 2 y 3 ppm preparadas por los estudiantes.....	74

GRÁFICAS

Gráfica 1: pH vs masa (g) de cáscara de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) grado de maduración 6 según NTC 4086 de 1997.....	35
Gráfica 2: Concentración de Mn (II) en ppm de soluciones patrón vs absorbancia.....	36
Gráfica 3: Concentración de Mn (II) en ppm de soluciones patrón vs absorbancia. Para determinar cantidad de cáscara de naranja Valencia, acidificante y tiempo de contacto óptimo.....	41
Gráfica 4: Concentración de Mn (II) en ppm de soluciones patrón vs absorbancia, para proceso de Cinética de adsorción de Mn (II) y grado de maduración óptimo.....	43
Gráfica 5: Concentración de Mn (II) en ppm de soluciones patrón vs absorbancia, para determinar manganeso en cáscara de naranja Valencia a utilizar en el proceso de desorción.....	45
Gráfica 6: Resultados aplicación de competencias científicas indagar e identificar, análisis primera pregunta.....	49
Gráfica 7: Resultados aplicación de competencias científicas indagar e identificar, análisis segunda pregunta.....	51
Gráfica 8: Resultados aplicación de competencia científica identificar, análisis tercera pregunta.....	53
Gráfica 9: Resultados aplicación de competencia científica indagar, identificar y explicar. Análisis cuarta pregunta.....	56
Gráfica 10: Resultados aplicación de competencia científica indagar, identificar, explicar y comunicar. Análisis quinta pregunta.....	58
Gráfica 11: Resultados aplicación de competencia científica indagar, identificar, explicar y comunicar. Análisis sexta pregunta.....	60
Gráfica 12: Resultados aplicación de competencia científica indagar e identificar. Análisis séptima pregunta.....	64
Gráfica 13: Resultados aplicación de competencia científica indagar, identificar, explicar y comunicar. Análisis octava pregunta.....	66
Gráfica 14: Resultados aplicación de competencia científica indagar e identificar. Análisis novena pregunta.....	68
Gráfica 15: Resultados aplicación de competencia científica indagar e identificar. Análisis décima pregunta.....	69
Gráfica 16. Resultados aplicación de las competencias científicas en informe y sustentación del Trabajo Práctico de Laboratorio.....	78
Gráfica 17: Relación evaluativa de la prueba diagnóstica y la prueba final.....	83

ANEXOS

Anexo 1. Muestreo naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>).....	91
Anexo 2. Lavado, limpieza, secado y determinación pH _{pcc} en cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) en grado de maduración 6.....	91
Anexo 3. Caracterización cascara de naranja.....	93
Anexo 4. Condiciones óptimas de adsorción de manganeso en CN.....	96
Anexo 5. Prueba diagnóstica.....	100
Anexo 6. Matriz de evaluación prueba diagnóstica, informe de TPL, sustentación y prueba final.....	106
Anexo 7. Diapositivas introducción a la adsorción y desorción. Retroalimentación prueba diagnóstica.....	113
Anexo 8. Trabajo practico de laboratorio desorción de manganeso.....	113

1. INTRODUCCIÓN

Como lo menciona Hernández (2005) las competencias científicas se centran en la capacidad para adquirir y generar conocimientos, para contribuir en la construcción de capacidades que van más allá de la experiencia práctica de las ciencias, enriqueciendo y cualificando la formación ciudadana; por su impacto en la vida las ciencias son reconocidas hoy como bienes culturales, para ello es necesario que todos los ciudadanos accedan a ella de distintas formas. Los valores de las ciencias son los criterios orientadores que pueden ser definidos como guía en la construcción de una sociedad deseable, los estudiantes aprenden investigando dando solución a situaciones problema y participando activamente en la construcción de actitudes positivas hacia la ciencia, el sentido positivista refuerza nuestras creencias de mejorar el aprendizaje de las ciencias y establece estrategias de enseñanza que tomen en consideración los conocimientos y hábitos previos de los estudiantes, donde se orienten hacia la producción de cambios conceptuales y metodológicos (Gil, 1984).

Se toma la competencia científica como el marco de la identificación de cuestiones científicas, explicación científica de fenómenos y uso de pruebas científicas como medios de validez a estas; la enseñanza - aprendizaje por investigación permite que el estudiante se acerque al contexto en el que trabajan los científicos, hagan uso de la teoría para justificar distintos fenómenos físicos, químicos y biológicos representados a través de ensayos experimentales (Franco, 2015). García & Ladino (2008) establece que en el contexto escolar las investigaciones que se plantean a los alumnos son problemas dirigidos y conocidos por el docente con sus posibles soluciones y el marco teórico que lo sustenta.

Una de estas problemáticas de amplio estudio son el uso de metales en procesos industriales que son emitidos a la atmósfera y vertidos a los ambientes acuáticos y terrestres (Fu & Wang, 2011); “en medios hidrosféricos con cantidades cercanas de 10^9 Kg/año de metales traza que se han vertido en aguas residuales de origen doméstico, plantas térmicas, fundiciones y acerías” generando un efecto nocivo sobre los humanos y otros sistemas biológicos cuando exceden los niveles de tolerancia (Caviedes et al., 2015). Debido a estas circunstancias se aplican distintas técnicas de tratamiento de aguas para la remoción de metales pesados en aguas residuales, en las que dependen de diferentes factores; Caviedes et al., (2015) las clasifica como convencionales, refiriéndose a las técnicas que habitualmente se emplean para la remoción de

estos contaminantes y las no convencionales, que son “aquellas que corresponden a procesos innovadores para la eliminación de metales en aguas residuales generalmente de origen industrial. En técnicas no convencionales” Caviedes et al., (2015) resalta la adsorción de metales pesados por materiales agrícolas e industriales que están siendo ampliamente utilizados por varios investigadores, teniendo como referente el carbón activado. En las industrias de tratamiento de aguas residuales, “el carbón activado se mantiene como un material costoso” Caviedes et al., (2015); por ello se pretende hacer uso de otros materiales naturales que cumplan la misma función y sean considerados eficientes para la extracción de metales pesados.

Njikam & Schiewer (2012) definen la desorción como un mecanismo similar al de la biosorción, que implica procesos de intercambio iónico o complejación, donde los metales son eludidos del biosorbente por una solución adecuada para producir un volumen pequeño y concentrado de solución que contienen metales pesados como manganeso. “El manganeso es un metal duro, refractario y bastante reactivo de color blanco, en muchos de sus estados tiende a formar compuestos muy coloridos, es el duodécimo elemento más abundante en la corteza terrestre. Según lo establece Mauro (2014) en su estudio de los procesos de adsorción - desorción de los metales, el Mn^{2+} es quien presenta mayor porcentaje de desorción con un valor de 18%.

De acuerdo a lo anterior, el presente proyecto tiene como intención plantear un estudio de desorción de manganeso con estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia aplicando el aprendizaje por competencias científicas, con el fin de resaltar la importancia del aprendizaje científico, la aplicación de técnicas de desorción como métodos no convencionales para la resolución de problemáticas ambientales causadas por la presencia de manganeso en aguas residuales y fortalecer el conocimiento científico en relación al tratamiento de aguas. Se trabajaran cinco fases metodológicas en el que se desarrolla actividades prácticas de adsorción y desorción de manganeso haciendo uso de la cáscara de Naranja “*Citrus sinensis*” como adsorbente, donde se busca el desarrollo de competencias científicas como: identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajo en equipo en los estudiantes; La primera fase muestreo, se tomará muestra de naranjas Valencia por grados de maduración; la segunda fase preparación y caracterización de materia prima, determinación de propiedades fisicoquímicas y trabajo práctico de laboratorio, donde se establecerán las condiciones para la óptima adsorción de manganeso; La tercera fase implementación y retroalimentación de la prueba diagnóstica donde se evaluarán las competencias científicas por medio de una rúbrica de evaluación; en la fase cuatro se aplicará el ensayo práctico de laboratorio de desorción manganeso a partir de soluciones extractoras ácidas, básicas y neutras que

evaluará la competencia de trabajo en equipo y el desarrollo de un informe de laboratorio, sustentación y análisis de resultados, donde se valorarán las competencias científicas anteriormente mencionadas; por último, la quinta fase prueba final, se pretende evaluar el desarrollo de las competencias científicas después de la aplicación de las actividades propuestas en las fases anteriores.

1.1 Justificación

Las orientaciones educativas actuales de múltiples países sugieren que los ciudadanos del nuevo milenio deban desarrollar competencias compatibles con los retos del siglo XXI a lo largo de su proceso de educación formal, el consejo nacional de investigación Argentino considera que la enseñanza de las ciencias debe abarcar el conocimiento de no solo las leyes que rigen los fenómenos de la naturaleza en sus distintos contextos sino también las diferentes formas de cómo los científicos llegan a establecer sus hipótesis (Ortiz, Greca & Adúriz, 2018).

Según el programa Internacional de evaluación de los alumnos (PISA) el desarrollo por competencias científicas es la capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él como la contaminación de fuentes hídricas por vertimientos de desechos industriales. El objetivo de la enseñanza – aprendizaje por competencias prácticas es acercar al estudiante al contexto en el que trabajan los científicos, en este punto se debe distinguir entre la investigación y práctica que se realiza en la ciencia de los científicos y en el ámbito escolar, en el primer caso según lo establece Franco (2015) los científicos abordan problemas que no han sido resueltos, mientras que en el contexto escolar la investigación que se plantea a los alumnos son problemas dirigidos de los que los docentes conocen su posible solución y el marco teórico que lo sustenta.

En la actualidad las problemáticas ambientales invaden la sociedad y tiene repercusiones sociales y económicas debido a la acción humana, una de estas es la presencia de metales pesados en aguas residuales que pueden llegar a ser ingeridas por el hombre de manera directa o indirecta obteniendo consecuencias negativas en la salud. Como lo sustenta Castro (2015) una de las problemáticas ambientales que hoy en día amenazan al planeta, es la contaminación de cuencas hidrográficas que se han convertido en el principal vehículo utilizado por el hombre para la descarga de residuos líquidos generados en las diferentes industrias, algunos contaminantes presentes en el agua son metales pesados como el Cromo, Plomo y Manganeso.

Aunque las normas ambientales establecen un tratamiento previo con carbón activado antes de sus descargas a fuentes hídricas o alcantarillado, algunas industrias no cumplen con dicho proceso ya que implica una elevada inversión económica; por lo tanto se considera necesario establecer otras técnicas de tratamiento de aguas menos costosas y más eficientes para disminuir la concentración de metales pesados y así mismo el impacto negativo ambiental; entre estas está la biosorción, esta es una técnica no convencional basada en la adsorción de compuestos contaminantes a través de material orgánico, también se encuentra la desorción de metales pesados, esta es una técnica que se implementa posterior al proceso de biosorción para la remoción de metales pesados en el material orgánico a través de soluciones extractoras a bajas concentraciones; según lo menciona Tejada, Villabona & Garces (2015) los biosorbentes son materiales orgánicos de bajo costo y de gran abundancia en la naturaleza para ser implementados en procesos de remoción de metales pesados en fuentes hídricas contaminadas.

Se implementará un trabajo práctico de laboratorio que relacione las competencias científicas con los fenómenos de biosorción; este trabajo práctico está basado en la adsorción de manganeso con cáscara de naranja "*Citrus sinensis*", ya que según estudios realizados por Ajmal et al. (2000) en su ensayo de adsorción de cáscara de naranja, declara que el uso de esta como material bioadsorbente presenta un alto potencial de adsorción debido a su alto contenido de celulosa, pectina, hemicelulosa, lignina y clorofilmentos que en sus estructuras moleculares tienen grupos funcionales como aminas, ácidos carboxílicos, entre otros; y desorción de este mismo contaminante por medio de intercambio iónico a partir de soluciones extractoras como: ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, reactivo EDTA y nitrato de calcio, utilizadas en diversos ensayos de desorción de metales pesados en cáscara de naranja.

El presente proyecto justifica la importancia de: conocer las problemáticas ambientales por contaminación hídrica generadas por vertimiento de manganeso; conocer una de las técnicas de tratamientos amigables para el medio ambiente y de bajo costo para la remoción de este mismo; el uso de material orgánico para la remoción y biorremediación de contaminantes; y la importancia del trabajo práctico para el fortalecimiento de competencias científicas indagar, identificar, explicar, comunicar y trabajo en equipo que contribuyen a la construcción de conciencia ambiental que permita la formación de un ciudadano crítico.

1.2 Antecedentes disciplinares

Feng, N; Guo, X & Lianga, S. (2009). Se comparó cáscara de naranja original con cáscara de naranja modificada por hidrólisis de copolímero injertado, se encontró que la capacidad de adsorción en la cáscara modificada aumentó 6,5 veces para Cu (II). La desorción con 0,1 M de HCl resultó ser eficaz en el proceso de recuperación. La comparación entre cáscara de naranja natural con cáscara de naranja modificada aporta al proyecto para conocer sus diferencias en propiedades de absorción de cobre con solución de HCl al 0.1 M

Feng, N; Guo, X; Lianga, S; Zhu, & Liu, J. (2011). Las interacciones entre los iones Pb^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} y los grupos funcionales carboxilo e hidroxilo de la cáscara de naranja modificada químicamente se confirmaron por el análisis de FTIR; además se concluye que los iones adsorbidos se pueden recuperar con el desorbente de HCl de 0,05 M. Esta afirmación aporta al proyecto; dado que, explica la importancia de los grupos funcionales de la cáscara de naranja y su interacción con el metal pesado, de igual forma se indica la efectividad de la desorción y regeneración de la cáscara de naranja.

Hussein, R. (2014). La capacidad de adsorción de Níquel en la cáscara de naranja se calculó en 5,2 mg/g, donde se eliminó el 59,28 % de Ni. Al emplear 200 mL HCl al 18 % se obtiene una desorción de 44,46 % de Ni descargado en las aguas residuales, de este se obtiene como producto una solución de $NiCl_2$. Este ensayo experimental contribuye al proyecto para reconocer el HCl como una de las posibles soluciones extractoras a emplear en la desorción de manganeso y así mismo conocer una descripción de la desorción por intercambio iónico y su eficiencia en la regeneración de biomasa.

Nijikam, E & Schiewe, S. (2012). Con el desarrollo de modelos cinéticos de desorción de Cd en las cáscaras de naranja, se identificaron desorbentes teniendo en cuenta efectividad, costo, efecto ambiental y potencial de reutilización, se encontró como mejor desorbente las soluciones de 0,1 o 0,01 M de HNO_3 . Este estudio arrojó resultados que prueban la eficiencia y el bajo costo que conlleva el implementar solución de HNO_3 como posible desorbente de metales pesados por intercambio iónico.

Mohamed, R; Nabila, S & Hanan, S. (2012). La protonación con HNO_3 de la biomasa de cáscara de naranja muestra un alto rendimiento de biosorción de metales pesados y una alta viabilidad de desorción y regeneración de la capacidad de biosorción. La viabilidad del proceso de desorción está asegurada por la eficiencia de la adsorción en los ciclos. Lo anterior rectifica la eficiencia de solución de HNO_3 como desorbente de metales pesados al realizar un

pretratamiento de la biomasa a emplear y la eficiencia de la cáscara de naranja como biosorbente.

1.3 Antecedentes didácticos

Franco, A. (2015). La competencia científica es un conjunto de capacidades en relación con el conocimiento científico que el estudiante debe ser capaz de desarrollar en este caso en el transcurso de una investigación escolar. Se considera que el enfoque de competencia científica tiene siete dimensiones. Este trabajo aporta al proyecto, al dar una definición general de competencia científica, mencionando las siete dimensiones que lo rigen, resultados y aplicación.

García, G & Ladino, Y. (2008). Aproximar al estudiante a un entorno científico permite que estos desarrollen competencias científicas, estarán así familiarizados con todas la dimensiones y proceso de las ciencias, lo cual garantiza un aprendizaje útil y contribuye a la formación de individuos críticos y reflexivos. Este trabajo aporta al proyecto al indicar la necesidad de la enseñanza de las ciencias para el desarrollo de competencias científicas y formación de estudiantes con pensamientos críticos y reflexivos, que puede implementar en un contexto vivencial de la ciencia.

Rodríguez, F & Blanco, A. (2016). Descripción del proceso de diseño de una prueba escrita como herramienta evaluativa para avanzar en el desarrollo de competencias científicas. Se evaluaron tres competencias científicas (identificar, explicar y utilizar pruebas) de las cuales se identificó la competencia en la que los estudiantes tuvieron mayores desempeños. Este estudio contribuye al proyecto, mencionando las tres competencias científicas que se debe tener presente al aplicar y diseñar una prueba evaluativa o diagnóstica.

Jiménez, M et al (2011) Establece una relación entre la capacidad de argumentar con las prácticas científicas y define la argumentación como proceso de evaluación del conocimiento (teoría, hipótesis y explicaciones); esta afirmación nos permite reconocer una relación entre la aplicación de una actividad práctica con la capacidad de argumentar el comportamiento de un fenómeno científico y el uso de la argumentación como proceso evaluativo.

Jiménez, M et al (2011). El enfoque de competencia científica supone un reconocimiento de que el trabajo científico tiene una dimensión experimental o empírica, y también una dimensión discursiva, es decir, relacionada con leer,

discutir o escribir sobre ideas científicas. Este apartado resalta la importancia de implantar los ensayos experimentales (prácticas) en los currículos educativos de ciencias, ya que estos permiten desarrollar capacidades de argumentación, relacionar, comprender conceptos relacionados con la ciencia y con actividades de la vida cotidiana.

1.4 Planteamiento del problema

“Hace más de diez años la propuesta de la OCDE y posteriormente de la Unión Europea aconsejaron un nuevo enfoque de enseñanza - aprendizaje, resaltando el desarrollo de competencias claves para estudiantes de educación media, tomándose como la combinación de conocimiento, habilidades y actitudes apropiadas para desenvolverse adecuadamente en distintos contextos de la vida cotidiana, entre estas competencias se encuentra la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y natural, denominada más adelante como competencia científica”. Franco (2015)

Leite & Figueroa (2004) establecen que dentro del trabajo práctico de laboratorio la actividad experimental hace alusión a aquellas actividades que enfatizan el estudio de hechos y fenómenos, de tal forma que durante el proceso se le permita al estudiante o al investigador controlar variables para formular juicios de valor, es decir de acuerdo a los resultados experimentales se pueden generalizar conceptos sobre los fenómenos que acontecen leyes y principios que lo rigen.

Camaño (2003) resalta la importancia de trabajo práctico de laboratorio, ya que promueve la enseñanza activa. aplicar el método científico, permite comprender de mejor manera conceptos y estimula a los estudiantes hacia los procedimientos científicos generando un aprendizaje significativo. “una de las estrategias para desarrollar este tipo de aprendizaje es enfocar dichas prácticas hacia el fortalecimiento de las competencias científicas y las actitudes emprendedoras”. (Chica, 2016).

García & Ladino (2008) consideran que hay una eterna separación entre teoría y práctica en la educación como campo de conocimiento y como campo de desempeño profesional, que ha traído como consecuencia una separación entre teóricos y enseñantes; así mismo el regreso a la educación ambigua, vista para los estudiantes como aburrida, difícil y rutinaria.

Algunos metales pesados son nutricionalmente esenciales para una vida sana como por ejemplo el hierro, cobre, manganeso y zinc, pero, Njikam y

Schiewer (2012) mencionan que los metales pesados tienen un efecto nocivo sobre la fisiología humana y otros sistemas biológicos cuando exceden los niveles de tolerancia. No son biodegradables y tienden a acumularse en organismos vivos, causando diversas enfermedades y trastornos. Para cumplir con las normativas vigentes, las industrias aplican a sus efluentes industriales diferentes técnicas de tratamientos (convencionales y no convencionales) para disminuir la carga metálica y/o recuperar los metales (Plaza, 2012). Entre estos se destacan técnicas no convencionales como procesos de biosorción y desorción de metales pesados que no generan impactos negativos en el medio ambiente y que son de bajo costo en comparación con las técnicas convencionales.

Por esta razón se establece la siguiente pregunta: ¿Cómo fortalecer las competencias científicas empleando trabajos prácticos de laboratorio de desorción de manganeso con un grupo de estudiantes del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional empleando muestras de cáscaras de naranja previamente contaminadas por adsorción?

1.5 Objetivo General

Fortalecer las competencias científicas empleando trabajos prácticos de laboratorio de desorción de manganeso con un grupo de estudiantes del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, empleando muestras de cáscara de naranja previamente contaminadas de manganeso por biosorción.

1.6 Objetivos específicos

- Realizar la toma de muestra de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en grados de maduración 1, 3 y 6 para la caracterización fisicoquímica de la cáscara de naranja y establecer condiciones óptimas de adsorción de manganeso.
- Caracterizar y diseñar un trabajo práctico de laboratorio empleando cáscaras de naranja Valencia para la adsorción y desorción de Mn (II) en aguas residuales sintéticas, para fortalecer competencias científicas.

- Caracterizar competencias científicas (indagación, identificación, explicación, comunicación y trabajo en equipo) en los estudiantes de Métodos de Análisis Químico I, a partir de la aplicación de una prueba diagnóstica.
- Evaluar el fortalecimiento de competencias científicas a través de la aplicación y análisis de una prueba diagnóstica y final.

2. REFERENTES TEÓRICOS

2.1 Competencias científicas

Según lo establece la revista Marcos de las competencias de la evaluación diagnóstica en su capítulo 3, la competencia científica alude a la capacidad y la voluntad de utilizar el conjunto de conocimientos y la investigación científica para explicar la naturaleza y actuar en contexto de la vida real.

Se entiende por competencia en el contexto científico y tecnológico, como el conocimiento científico y el uso que se hace de ese conocimiento para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar los sistemas y fenómenos naturales más relevantes, la forma en el que el entorno condiciona la actividades humanas, las consecuencias de esas actividades en el medio ambiente, las aplicaciones y desarrollo tecnológicos de la ciencia, actuar consciente y eficazmente en el cuidado ambiental y obtener conclusiones basada en pruebas sobre temas relacionados con las ciencia y su aplicación práctica en la vida cotidiana en la toma de decisiones.

Por lo tanto, esta competencia se centra, tanto en el conocimiento científico y el uso del mismo que hace posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos, como en resolver problemas de naturaleza científica y tecnológica, así como analizar críticamente la forma en que ciencia y tecnología influyen en el modo de vida de la sociedad actual. (diagnostica, Marcos de las competencias de la evaluación; Capitulo 3, 2011)

De igual forma la revista Marcos de las competencias de la evaluación diagnóstica en su capítulo 3, establece que el desarrollo de la competencia científica también se refiere a la construcción de una actitud y de un modo de

ver; la actitud para indagar sistemáticamente y el modo de ver propio de una ciencia, los interrogantes de las ciencias promueven a su vez ciertas formas de relacionarse con el entorno natural o social en donde existe la voluntad de saber y la disposición a comprender; al tomarse la ciencia como una práctica social es fundamental la cooperación y la comunicación lo que hace fructífero el trabajo en equipo. Así mismo se considera que la competencia científica capacita a las personas para analizar las implicaciones de la actividad científica y tecnológica en el medio ambiente, por lo tanto la competencia científica supone también la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia, es decir, el interés por los temas científicos y la práctica científica, la tecnología, los recursos y el medio ambiente, reflexionando ante los grandes problemas de la humanidad y la necesidad de tomar decisiones desde una perspectiva personal y social.

2.2 Niveles de conocimiento

La revista Marcos de las competencias de la evaluación diagnóstica en su capítulo 3, establece diferentes niveles de conocimiento científico que son el conocimiento de la ciencia y el conocimiento acerca de la ciencia. El conocimiento de la ciencia implica el conocimiento del mundo natural a través de las principales disciplinas científicas, abarca la comprensión de los conceptos y las teorías científicas fundamentales, mientras que el conocimiento acerca de la ciencia hace referencia al conocimiento de los métodos de la ciencia (investigación científica) y las metas (explicaciones científicas) de la ciencia; implica la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento e indagación humana; así como el carácter creativo, actitudinal y disposición de la persona por implicarse en cuestiones o temas científicos. (diagnóstica, Marcos de las competencias de la evaluación; Capítulo 3, 2011)

2.3 Dimensiones de competencias científicas

La revista Marcos de las competencias de la evaluación diagnóstica en su capítulo 3, establece que la competencia científica se estructura en grandes bloques denominados dimensiones, en la que cada una agrupa una serie de subcompetencias y para cada una de estas subcompetencias se señalan unos indicadores de evaluación que son las tareas u operaciones concretas que se espera que el alumnado sea capaz de desarrollar para demostrar el dominio de la competencia.

Las siguientes son las dimensiones y las subcompetencias que abarca las competencias científicas. **(ver tabla 1)**

Tema central	Categorías	Subcategorías
	Tipos de competencias científicas	Desempeños que orienta el docente en sus estudiantes
Competencias Científicas	Identificar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observo y describo objetos, eventos o fenómenos 2. Reconozco y diferencio fenómenos 3. Identifico el esquema ilustrativo correspondiente a una situación 4. Interpreto gráficas que describen eventos 5. Identifico la gráfica que relaciona adecuadamente dos o más variables que describen el estado, las interacciones o la dinámica de un evento
	Indagar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organizo información relevante para responder una pregunta 2. Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas 3. Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos. 4. Sigo instrucciones 5. Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos. 6. Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles. 7. Realizo experimentos y demostraciones. 8. Realizo mediciones de diferentes magnitudes 9. Recolecto datos 10. Diseño gráficas a partir de la información recogida. 11. Resuelvo problemas de lápiz y papel que involucren dos o más variables. 12. Manipulo instrumentos de medida en el laboratorio 13. Utilizo recursos tecnológicos
	C. Explicar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Busco o formulo razones a los fenómenos o problemas. 2. Creo argumentos lógicos y propositivos de los fenómenos percibidos 3. Explico un mismo fenómeno utilizando representaciones conceptuales pertinentes a diferentes grados de complejidad. 4. Establezco relaciones de causa-efecto. 5. Combino ideas en la construcción de textos 6. Empleo ideas y técnicas matemáticas
	D. Comunicar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconozco el lenguaje científico 2. Utilizo lenguaje científico 3. Utilizo conceptos para analizar observaciones o experimentos 4. Organizo de diversas formas la información 5. Comprendo y escribo textos científicos 6. Comunico ideas de manera oral y escrita
	E. Trabajo en equipo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participo con libertad de expresión en una discusión 2. Respeto las opiniones de los demás 3. Acepto responsabilidades específicas y cumplo cabal y oportunamente las mismas. 4. Trabajo individualmente 5. Trabajo en grupo

Tabla 1: Dimensiones, subcompetencias e indicadores de evaluación del método enseñanza aprendizaje por competencia científica.

Tomado de: Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales de Coronado. M & Arteta. J pág. 137.

2.4 Trabajo práctico de laboratorio e importancia

Para comprender con mayor claridad el concepto de trabajo práctico de laboratorio es necesario diferenciar de actividad práctica, actividad de laboratorio

y actividad experimental, Leite & Figueroa (2004) definen la actividad práctica como cualquier actividad en la que el estudiante está activamente implicado interactuando con materiales, por ejemplo simulaciones virtuales y experimentos sencillos donde se evidencian los fenómenos a estudiar; así mismo Leite & Figueroa (2004) sustentan que la actividad de laboratorio es aquella que se centra en el uso y la manipulación directa de materiales de laboratorio, con el objetivo de ilustrar fenómenos físicos ya conocidos por personal experimentado y/o docentes de área; finalmente se considera que la actividad experimental hace alusión a aquellas actividades que enfatizan el estudio de hechos y fenómenos, de tal forma que durante el proceso se le permita al estudiante o al investigador controlar variables para formular hipótesis, es decir de acuerdo a los resultados experimentales se puede generalizar conceptos sobre los fenómenos que acontecen, leyes y principios que lo rigen. Posada (2012) considera que mediante este tipo de actividades el estudiante puede establecer relaciones entre variables, generalizar modelos matemáticos que fortalezca de alguna manera su trabajo práctico y apoya contundentemente las teorías expuestas con anterioridad.

Las prácticas de laboratorio promueven la enseñanza activa, aplica el método científico, permite comprender de mejor manera conceptos y estimula a los estudiantes hacia los procedimientos científicos; las prácticas de laboratorio generan un aprendizaje significativo “una de las estrategias para desarrollar este tipo de aprendizaje es enfocar dichas prácticas hacia el fortalecimiento de las competencias científicas y las actitudes emprendedoras”. Chica, (2016)

3. REFERENTES CONCEPTUALES

3.1 Metales pesados

Los metales pesados constituyen un grupo de aproximadamente 40 elementos, de elevado peso atómico (mayor a 44) con una densidad mayor o igual que 5 g/cm^3 (excluyendo a los metales alcalinos y alcalinotérreos). Una característica distintiva de los metales pesados es que, aun cuando muchos de ellos son esenciales para el crecimiento como V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, y Mo, en concentraciones elevadas tienen efectos tóxicos sobre las células, alterando principalmente el funcionamiento de proteínas o su desnaturalización (Plaza, 2012).

Dentro de los efluentes líquidos industriales, uno de los contaminantes que afectan más al medio ambiente es el de los metales pesados. Éstos están considerados como uno de los grupos más peligrosos debido a su baja biodegradabilidad, su alta toxicidad a bajas concentraciones y su capacidad para acumularse en diferentes organismos. (Villanueva, 2007). “Estas sustancias tienden a persistir por un largo periodo de tiempo en el medio ambiente y son consideradas como potenciales devastadores de los ecosistemas”. (Tejada et al, 2016).

Como lo mencionan Covarrubias & Peña (2017) actualmente, el término “metal pesado” es utilizado para referirse de una manera amplia a aquellos metales o metaloides con potencial de causar problemas de toxicidad. Los principales mecanismos de toxicidad a nivel molecular son:

1. Bloqueo de grupos funcionales esenciales en biomoléculas, debido a la alta afinidad de los cationes metálicos por los grupos sulfhidrilos de las proteínas, específicamente a los residuos de cisteína, lo que ocasiona su desnaturalización.
2. El desplazamiento de centros catiónicos en enzimas importantes, como es el caso de la ribulosa 1-5 bisfosfato carboxilasa-oxigenasa (rubisco), la cual tiene un centro catiónico de Mg^{2+} que puede ser desplazado en presencia de cationes divalentes como Co^{2+} , Ni^{2+} y Zn^{2+} . Dicho desplazamiento provoca que la mencionada enzima pierda su función
3. Por la formación de especies reactivas de oxígeno (ERO) debido a la autooxidación de metales como Fe^{2+} o Cu^+ , lo que resulta en la formación de H_2O_2 y del radical OH vía reacción de Fenton. El radical OH es uno de los más reactivos que se conocen, por su capacidad de iniciar reacciones en cadena de radicales libres que ocasionan modificaciones y daño irreversible a compuestos celulares como carbohidratos, ácido desoxirribonucleico (ADN), proteínas y particularmente lípidos.

3.2 Manganeso

El metal pesado escogido para la adsorción y desorción en cáscara de naranja es manganeso. “El manganeso es el décimo segundo elemento más abundante, constituye el 0,10 % de la corteza terrestre” (Armijos, 2011), tiene una masa de 54,938045 g/mol con número atómico 25, punto de fusión de 1246 °C y punto ebullición de 2061 °C. Los minerales de manganeso están ampliamente distribuidos; los óxidos, silicatos y carbonato son los más comunes. La pirolusita (MnO_2) y la rodocrosita ($MnCO_3$) se encuentran entre los minerales de manganeso más comunes. El metal se obtiene por reducción de óxido con

sodio, magnesio, aluminio, o por electrólisis, es de color blanco grisáceo, se asemeja al hierro, pero es más duro y muy quebradizo. (Handbook of Chemistry and Physics, 2010). El manganeso tiene cinco estados de oxidación principales: Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} , Mn^{6+} y Mn^{7+} . El ión Mn^{2+} es la especie de manganeso más estable, pero puede oxidarse a estados de oxidación mayores debido al aumento del potencial. (Ipinza et al, 2007)

Algunos compuestos de manganeso se usan en la producción de baterías, suplementos dietéticos, y como ingredientes en ciertas cerámicas, plaguicidas y abonos. El manganeso es un elemento esencial para la salud, ya que, el cuerpo humano contiene pequeñas cantidades de manganeso, que en condiciones normales el cuerpo las mantiene en cantidades adecuadas (ATSDR, 2000). De igual forma se presentan aspectos negativos de este metal, McFarland & Dozier (2001) establecen que el agua contaminada por manganeso usualmente contiene bacterias de este mismo, que se alimentan de minerales provenientes del agua que no causan problemas de salud en los seres vivos, pero sí forman una baba de color café negro en los tanques de los inodoros que pueden tapar los sistemas de agua.

“El manganeso es importante para la buena fertilidad y el desempeño del sistema nervioso central, ya que, forma parte de los componentes de los procesos enzimáticos como: fosfatasa ósea, fosfatasa sanguínea, carboxilasas, arginasas, fosfato transferasas y descarboxilasas”. El manganeso se puede determinar cualitativamente y cuantitativamente gracias a sus estados de oxidación que le permiten tener colores característicos, con el uso de las reacciones Redox se puede percibir estos cambios colorimétricos, también se puede determinar por espectrofotometría de absorción atómica, esta técnica es cuantitativa y selectiva para determinar metales en una muestra (Armijos, 2011).

3.3. Espectroscopia de Absorción Atómica.

La Espectroscopia de Absorción Atómica es una técnica extremadamente sensible, y específica debido a que las líneas de absorción atómica son considerablemente estrechas y las energías de transición son únicas para cada elemento. La instrumentación básica para la Absorción Atómica está constituida de una fuente de radiación monocromática, o policromática, un atomizador para producir los átomos excitados de las sustancias a analizar; un monocromador para seleccionar la longitud de onda de la radiación característica de cada elemento a analizar; un detector sensible a la radiación emitida y un sensor de la señal y de la naturaleza de la salida. “En términos generales, el funcionamiento

es el siguiente: el haz emitido por la fuente atraviesa el sistema de atomización que contiene la muestra en estado de gas atómico, ésta llega al monocromador que elimina la radiación que no interesa para el estudio, pasando así al revelador o detector de la radiación absorbida, que luego es procesada y amplificada, dando como resultado una lectura de salida (Gallegos y otros, 2012).

Como mencionan Pacheco y Torres (2020) la espectroscopia de absorción atómica es una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente los metales del sistema periódico, dado que utiliza la absorción de la luz para medir la longitud de onda específica de cada átomo. La sensibilidad de la técnica permite identificar pequeñas concentraciones de cada metal, desde mg/L a µg/L. Todas las especies cuentan con un estado de baja energía al cual se le denomina estado fundamental y un estado excitado con alta energía, al átomo no excitado le es necesario absorber energías externas para pasar a un nivel más alto de energía. La energía requerida para esta transición puede ser suministrada por un fotón de luz con una energía dada por la ecuación de Planck. Para hacer la determinación de manganeso se establecen las condiciones de la espectrofotometría de absorción atómica a una longitud de onda de aproximadamente de 279 nm.

Las moléculas pueden absorber energía luminosa y almacenarla en forma de energía interna. Cuando la luz (considerada con energía) es absorbida por una molécula se origina un salto desde un estado energético basal o fundamental, (E_1) a un estado de mayor energía (E_2). Cada molécula tiene una serie de estados excitados (o bandas) que la distingue del resto de moléculas, como consecuencia se genera un espectro único a longitudes de onda determinadas (Díaz y otros, 2015).

La transmitancia nos da una medida física de la relación de intensidad incidente y transmitida al pasar por la muestra. La relación entre %T y la concentración no es lineal, pero asume una relación logarítmica inversa. La absorbancia (A) es un concepto más relacionado con la muestra puesto que nos indica la cantidad de luz absorbida por la misma (Díaz y otros, 2015).

Ley de Lambert-Beer: “Esta ley expresa la relación entre absorbancia de luz monocromática (de longitud de onda fija) y concentración de un cromóforo en solución:

$$A = \log I/I_0 = \epsilon \cdot c \cdot l$$

La absorbancia de una solución es directamente proporcional a su concentración –a mayor número de moléculas mayor interacción de la luz con ellas”. (Díaz y otros, 2015).

3.4. Espectroscopia de Infrarrojo.

Es una técnica analítica instrumental que permite conocer los principales grupos funcionales de la estructura molecular de un compuesto, que se obtiene a partir del espectro de absorción de dicho compuesto al someterlo a la acción de la radiación infrarroja en el espectrofotómetro. La región del espectro IR normal está comprendida entre 2,5 μm a 25 μm , medidos en unidades de longitud de onda correspondiente a 4000 cm^{-1} y 400 cm^{-1} (Galván, 2016).

Las transiciones entre los niveles de vibración del estado fundamental de una molécula son el resultado de la absorción de luz infrarroja. Estos niveles de vibración son generados por los movimientos característicos, tales como: tensión y deformación de los enlaces presentes en los diferentes grupos funcionales (metilo, carbonilo, aminas, amidas, entre otros). El valor de los espectros IR como instrumento de análisis proviene de su extraordinaria sensibilidad a los cambios de la conformación espacial (Freifelder, 2003).

3.5. Biosorción

Los iones de metales pesados tienen un efecto nocivo sobre los humanos y otros sistemas biológicos, como menciona Njikam & Schiever (2012) se tienen métodos convencionales utilizados para eliminar los metales pesados de las aguas residuales (precipitación intercambio iónico, proceso redox, ósmosis inversa, etc.) que a menudo implican costos de capital y producción. Por lo tanto, los estudios se están volcando hacia métodos rentables. Dentro de los métodos rentables se tiene la biosorción, donde se hace uso de biosorbentes producto de industrias o fuentes naturales.

La biosorción se define como la capacidad de materiales de origen biológico para ligar, por ejemplo, metales pesados a la superficie de la pared celular o membrana en el proceso de equilibrio (Escobedo, 2018). La biosorción se puede ver como el secuestro de metales por materiales de origen biológico, esta es independiente del metabolismo, de modo que la biomasa no viva puede actuar como biosorbente. La unión de iones metálicos puede implicar complejación, coordinación, quelación intercambio iónico, adsorción y micro precipitación inorgánica según el tipo de biosorbente (Njikam y Schiever, 2012).

El proceso de biosorción como menciona Tejada et al (2015) involucra una fase sólida (biomasa) y una fase líquida (agua que contiene disueltos los iones metálicos). Para que el proceso de biosorción se pueda realizar con éxito, debe existir una gran afinidad entre los grupos funcionales de la biomasa y el ion

metálico. Si el adsorbato forma enlaces fuertes localizados en los centros activos del adsorbente, se dice que la adsorción tiene naturaleza química. El fenómeno de adsorción se puede ver afectado de manera positiva o negativa, por ciertas variables como la temperatura, pH, tamaño de partículas o simplemente por la presencia de otros iones. Estos parámetros pueden aumentar o disminuir la captación de los iones metálicos.

Njikam & Schiever (2012) definen la desorción como un mecanismo similar al de la biosorción y puede implicar intercambio iónico o complejación, donde los metales son eludidos del biosorbente por una solución adecuada para producir un volumen pequeño y concentrado de solución que contienen metales pesados; además mencionan que se ha demostrado que los protones de ácidos como HCl, H₂SO₄ y HNO₃ puede desplazar metales de los sitios de unión de los sorbentes (Desorción por intercambio iónico).

3.6. Biosorbente

Como menciona Cardona, et al (2012) los biosorbentes son materiales naturales o productos residuales de operaciones industriales o agrícolas, que pueden ser utilizados para absorber contaminantes, debido a su bajo costo. Algunos de los sólidos que han sido empleados son: cortezas y hojas de coníferas, cáscaras de arroz, nuez, cacahuete, cáscara de naranja, cáscara de plátano, cáscaras de toronja, algas, hongos, nopal, huesos de aceituna, etc.

La naranja (*Citrus sinensis*) es un fruto globoso y achatado, con una anchura de 6,5 a 9,5 cm. El epicarpio exterior es de color naranja cuando está maduro, mientras que el mesocarpio interno es blanco, esponjoso y no es aromático; al igual que muchos productos agrícolas estas disponen de una carta de maduración, que le permite su clasificación según el color de la capa exterior. Colombia dispone de una norma técnica que permite su clasificación por grados de maduración, siendo esta la NTC 4086 de 1997. (Ver tabla 2)

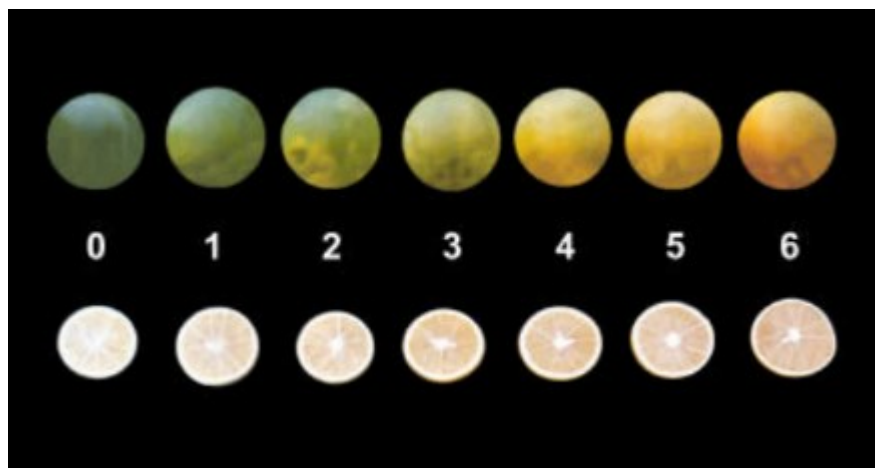


Tabla 2: Grados de maduración de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) producida por encima de los 900 metros sobre el nivel del mar.

Obtenida de: Norma Técnica Colombiana (NTC) 4086 del 1997.

Color 0: Fruto de color verde bien desarrollado.

Color 1: Fruto de color verde claro visos amarillos.

Color 2: Aumenta la intensidad de los visos amarillos, pero predomina el color verde claro en el fruto.

Color 3: Fruto amarillo con visos verde claro.

Color 4: El fruto es amarillo - anaranjado, disminuye los visos verdes.

Color 5: El fruto es anaranjado con algunos visos de color verde claro.

Color 6: El fruto es completamente anaranjado.

Según la Encuesta Estadística Agropecuaria del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Colombia tiene aproximadamente 62.409 hectáreas cultivadas con cítricos, de las cuales 51.665 están en monocultivo y 10.743 en cultivos asociados; de ellas, la naranja ocupa el 59,2% del total con una producción de 474.313 toneladas y un rendimiento aproximado de 15 toneladas por hectárea. La producción anual de cítricos en Colombia puede estar entre ochocientos mil y un millón de toneladas anuales, esta fruta se cultiva en zonas con diversas condiciones de clima, entre ellas, el piedemonte llanero donde se encuentra la variedad Naranja Valencia (*Citrus sinensis*), esta es la especie más importante de cítricos, teniendo en cuenta su producción mundial (Orduz y Mateus, 2012).

La capacidad de intercambio catiónico de la cáscara de la naranja es de 8,04 meq/100g muestra, esta es una medida que relaciona la suma total de cationes intercambiables que tiene un material adsorbente (Garces & Coavas, 2012). Los subproductos agrícolas y la biomasa son relativamente baratos y exhiben capacidades de adsorción muy altas (Feng, Guo & Liang, 2010). Dentro de estos materiales biosorbentes está presente la cáscara de naranja, en el estudio Ajmal et al (2000) declaran que el uso de la cáscara de naranja (OP)

como material biosorbente presenta un fuerte potencial debido a su alto contenido de celulosa, pectina (ácido galacturónico), hemicelulosa, lignina, clorofilmentos y otros compuestos de bajo peso molecular, incluido el limoneno. Tejada et al (2015) mencionan que la capacidad de adsorción de los residuos sólidos provenientes de la agricultura se debe a su estructura lignocelulósica y grupos químicos funcionales (aminas, carboxílicos, etc), que se encuentran presentes en su superficie y que son afines para interactuar químicamente con los iones metálicos.

La capacidad de adsorción de estos residuos agrícolas depende de múltiples factores, tales como el valor de pH, dosificación, concentración del contaminante, tamaño de partícula, temperatura, tiempo de contacto y velocidad de agitación, es decir, de las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo el proceso y de la naturaleza del contaminante (Hormaza, Figueroa, y Moreno, 2012).

Escobedo (2018) explica que “el proceso de biosorción es similar al proceso de intercambio iónico con los grupos funcionales (grupos: amino, carboxilo, fosfato, sulfato, hidroxilo) expuestos por la pared celular, que está principalmente compuesto de polisacáridos, proteínas y lípidos y por esta razón los biosorbentes pueden ser considerados como intercambiadores de catión de ácidos débiles. En el proceso los iones de metal compiten con los protones por los sitios de ligado y por ello el pH probablemente es el parámetro más importante en el proceso”.

La siguiente tabla muestra los tipos de ligando que pueden encontrarse en los sistemas biológicos y cuál es el metal por el que muestran mayor afinidad. **(ver tabla 3)**

Tipo de Ligandos	Ligandos	Grupos de metales
I: ligando que prefiere al grupo A	F ⁻ , O ₂ ⁻ , OH ⁻ , H ₂ O, CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ⁻ , ROSO ₃ ⁻ , NO ₃ ⁻ , HPO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , ROH, RCOO ⁻ , C=O, ROR	Clase A: Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Sc, Rb, Sr, Y, La, Fr, Ra, Ac, Al, Lantánidos, Actínidos
II: otro ligandos importantes	Cl ⁻ , Br ⁻ , N ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₃ ²⁻ , NH ₃ , N ₂ , RNH ₂ , R ₂ NH, =N-, -CO-N-R, O ₂ , O ₂ ⁻ , O ₂ ²⁻ .	Iones intermedios: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Cd, In, Sn, Sb, As
III: ligandos que prefieren al grupo B	H ⁻ , I ⁻ , R ⁻ , CN ⁻ , CO, S ²⁻ , RS ⁻ , R ₂ S, R ₃ As.	Clase B: Rh, Pd, Ag, Lr, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi

Tabla 3: Ligandos presentes en los sistemas biológicos y las tres clases de metales
Tomado de: Remoción de metales pesados empleando algas marinas de Plaza, E. pág. 13

3.7 Punto de pH en carga cero.

El punto de carga cero, PZC, se define como el valor del pH en el cual la carga neta total (externa e interna) de las partículas sobre la superficie del material adsorbente es neutra, es decir, el número de sitios positivos y negativos es igual (Franks y Meagher, 2003).

Como lo menciona Amaringo y Hormaza (2013) “el PZC corresponde a un punto de equilibrio de cargas sobre el material adsorbente, valores de pH mayores que PZC generan una superficie cargada negativamente, en tanto que un pH menor que PZC una superficie cargada positivamente. De allí que la determinación de este parámetro sea de gran ayuda para establecer las condiciones propicias en cuanto al valor de pH que permite alcanzar una remoción eficiente de un determinado contaminante. Se prevé que contaminantes de naturaleza aniónica serán retenidos a un pH inferior al PZC y la remoción de contaminantes catiónicos será favorecida a pH superiores a este valor de PZC”.

4. MARCO METODOLÓGICO

En el presente trabajo de grado se aplicó una metodología cualitativa y cuantitativa; la primera permitirá interpretar y comprender el fenómeno de desorción a través de la observación, establecer relaciones entre variables y fenómenos y entablar hipótesis de trabajo a través de exposiciones infográficas, inductivas, cualitativas centradas en las diferencias entre absorción, adsorción y desorción. La segunda permitirá explicar el fenómeno y tomar control de variables que alteran directa o indirectamente el comportamiento de dicho fenómeno, siguiendo el fundamento teórico que lo rige.

La población consta de 16 estudiantes del espacio académico Métodos de Análisis Químico I del departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional del semestre 2022-1, a la cual se le aplicará una prueba diagnóstica que permitirá conocer las competencias científicas que efectúa durante la resolución de preguntas y situaciones problemas relacionados con adsorción, desorción y metales pesados, entre estas competencias está el identificar que permite el reconocimiento de variables para explicar un fenómeno; indagar que consiste en buscar información relacionada para justificar el fenómeno; explicar que es el relacionar las variables influyentes del fenómeno y la información teórica del mismo; comunicar que es el manejo apropiado de lenguaje para explicar el porqué del fenómeno; y finalmente la competencia de trabajo en equipo donde se evalúa la capacidad para compartir ideas y llegar a una conclusión unánime explicando el fenómeno.

Para llevar a cabo el trabajo práctico de adsorción y desorción de manganeso con los estudiantes fue necesario tomar muestras de la cáscara de naranja a emplear como materia prima, para ello se realizó un muestreo de naranjas Valencia (*Citrus sinensis*) en el centro investigación y capacitación la Isla de la Universidad de la Salle ubicado en el municipio de Sasaima, Departamento de Cundinamarca. La Isla cuenta con 40 árboles de naranja Valencia conocidos comúnmente como naranjos, de los cuales se recolectaron 6 naranjas con grado de maduración 1, 6 naranjas con grado de maduración 3 y 8 naranjas con grado de maduración 6 siguiendo la NTC 4086 de 1997, el municipio de Sasaima se encuentra a una altura de 1150 metros sobre el nivel del mar, una temperatura promedio de 22 °C, tiene una precipitación anual de 2467mm y está ubicado a 72 km de la capital del país.

Se plantearon cinco fases en el desarrollo del trabajo de grado:

4.1 Fase 1: Muestreo sistemático de la cáscara de naranja.

En esta fase se tomaron muestras de la naranja Valencia como materia prima en los grados de maduración 1, 3 y 6 según la NTC 4086 de 1997, para realizar los ensayos experimentales necesarios para ejecución del proyecto de investigación, en esta se emplea el muestreo de tipo sistemático, que se caracteriza por tomar muestras de la materia prima clasificándolos por grados de maduración y luego de manera aleatoria tomar cierta cantidad de unidades por cada grado de maduración, diligencian el formato de muestreo (Ver anexo 1); el muestreo se realiza en el centro de investigación y capacitación La Isla ubicado en el municipio de Sasaima Cundinamarca.

4.2 Fase 2: Preparación, análisis fisicoquímico de materia prima y diseño de trabajo Práctico de laboratorio adsorción.

En esta fase se realizó el proceso de preparación de materia a prima como lavado, separación de la cáscara de naranja de fruto, secado, moltura y tamizado, para luego determinar la concentración de manganeso en la cáscara de naranja como oligoelemento por espectroscopia de absorción atómica, el pH en punto de carga cero y grupos funcionales por medio espectro infrarrojo; se pretende determinar las condiciones óptimas para la adsorción de manganeso empleando cáscaras de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en los grados de maduración 1, 3 y 6, para ello se realiza la adsorción de manganeso a partir de una solución estándar estudiando condiciones óptimas como pH, acidificante, cantidad de cáscara de naranja, tamaño de partícula, tiempo de contacto y grado

de maduración, para establecer las mejores condiciones de adsorción previo a la aplicación del trabajo práctico de laboratorio con los estudiantes.

Esta fase será de apoyo para la comprensión y aplicación del ensayo práctico de laboratorio desorción de manganeso con cáscaras de naranja realizada por los estudiantes a partir de soluciones ácidas, básicas y sales.

4.3 Fase 3: Implementación y retroalimentación de prueba diagnóstica.

A partir de la aplicación de una prueba diagnóstica mediada por la plataforma Google Forms, se caracterizaron las ideas previas del grupo de Métodos de Análisis Químico I Semestre 2022-1, en la que se abarca conceptos relacionados con metales pesados, manganeso, técnicas de tratamiento de aguas, Espectrofotometría de Absorción atómica, preparación de soluciones, interpretación de gráficas e información producto de las técnicas de análisis, conceptos y principios de adsorción y desorción.

Lo anterior para evaluar cualitativamente las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar que el estudiante debe aplicar para el desarrollo de la prueba diagnóstica. La competencia indagar implica la organización de información relevante para responder una pregunta, el seguimiento de instrucciones, planteamiento y desarrollo de procedimientos como posible solución, desarrollo de problemas de lápiz y papel con dos y más variable y la medición de diferentes magnitudes; en la competencia identificar se evaluará las concepciones alternativas de adsorción y desorción teniendo presente sus diferencias experimentales y conceptuales, identificación adecuada de las variables involucradas en el proceso y su relación; la competencia explicar busca argumentar de manera lógica las razones a los fenómenos o problemas planteados, haciendo uso de representaciones gráficas, químicas y matemáticas para justificar un fenómeno; por último, la competencia comunicar donde se espera que haya un apropiado manejo de lenguaje para explicar el porqué del fenómeno.

Haciendo uso de herramientas visuales mediadas por la plataforma Canva se retroalimentó los conceptos trabajados en la prueba diagnóstica anteriormente aplicada, adicional a esto se realizó una explicación y aclaración de dudas frente al procedimiento que se llevará a cabo para la desorción de manganeso presente en la cáscara de naranja previamente contaminada por adsorción a condiciones óptimas. Para la desorción se emplearán soluciones extractoras ácidas, básicas y sales para identificar porcentajes de desorción, realizando una comparación

entre concentración inicial y final de manganeso presente en la cáscara de naranja determinada por espectroscopia de absorción atómica.

4.4 Fase 4: Implementación trabajo práctico de laboratorio, Informe y, sustentación de resultados.

Con el trabajo práctico de laboratorio se pretende analizar la competencia científica de trabajo en equipo, en el que se tendrá en cuenta su participación en las secciones de clase, el trabajo en grupo y el trabajo individual; para evaluar la participación en las discusiones de clase, el respeto a la opinión de los demás, la responsabilidad y el cumplimiento oportuno con las actividades impuestas.

En el informe del trabajo práctico de laboratorio, el estudiante debe contar con un marco conceptual que relacione los conceptos sobre fenómeno de desorción y el procedimiento del trabajo práctico de laboratorio; de igual forma debe contener una tabla de resultados en el que tenga en cuenta concentración de la solución extractora empleada, lectura de absorbancia de las soluciones extractoras obtenidas al final de la desorción, el estudiante deberá presentar el respectivo tratamiento de datos obteniendo así las concentraciones iniciales y finales de manganeso en la cáscara de naranja, determinando la eficiencia de desorción de las soluciones extractoras y por último el estudiante deberá argumentar a qué conclusión llega después de hacer el ensayo experimental, el tratamiento de datos y el análisis.

En esta fase se evaluó las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar a través de un informe de laboratorio y actividad de sustentación por parte de los estudiantes. En las competencias indagar e identificar en donde el estudiante relaciona los conceptos de adsorción y desorción con el trabajo experimental. En la competencia indagar se evaluará el seguimiento de instrucciones, el uso adecuado de materiales de laboratorio, de recursos tecnológicos, la recolección de datos apropiados para el análisis, el uso de fuentes teóricas; y en la competencia científica de identificar se evaluará las concepciones alternativas del concepto adsorción y desorción teniendo presente sus diferencias experimentales y conceptuales, identificación adecuada de las variables involucradas en el proceso y su relación; la competencia explicar se evidencian en la presentación del informe de laboratorio con el respectivo marco conceptual, los resultados, análisis de resultados y conclusiones, evaluando la explicación de las razones al fenómeno de desorción que el estudiante sustenta, los argumentos lógicos, y propositivos del fenómeno de desorción, las relaciones que establece del concepto de desorción y variables, combinación de ideas en la construcción de argumentos y el uso de ideas y técnicas matemáticas; para la

competencia comunicar se evalúa el manejo apropiado de lenguaje para explicar el ensayo experimental, los resultados obtenidos, las técnicas y métodos de análisis y teorías que expliquen el fenómeno de desorción.

4.5 Fase 5: Prueba Final.

En esta fase se aplicó el mismo cuestionario de la prueba diagnóstica medida por Google Forms, donde pretende evaluar y comparar las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar, para la cual se implementará una rúbrica de evaluación.

Se planea conocer las ideas que tienen los estudiantes después de la intervención pedagógica y practica a temas relacionados con metales pesados, manganeso, técnicas de tratamiento de aguas, Espectrofotometría de Absorción atómica, preparación de soluciones, interpretación de gráficas e información producto de las técnicas de análisis, conceptos y principios de adsorción y desorción. Con base a los resultados obtenidos en la presente prueba y en la prueba final, se realizará una comparación y se identificaran el fortalecimiento de las competencias anteriormente mencionadas.

Para lo anterior se lleva a cabo el siguiente cronograma (Tabla 4)

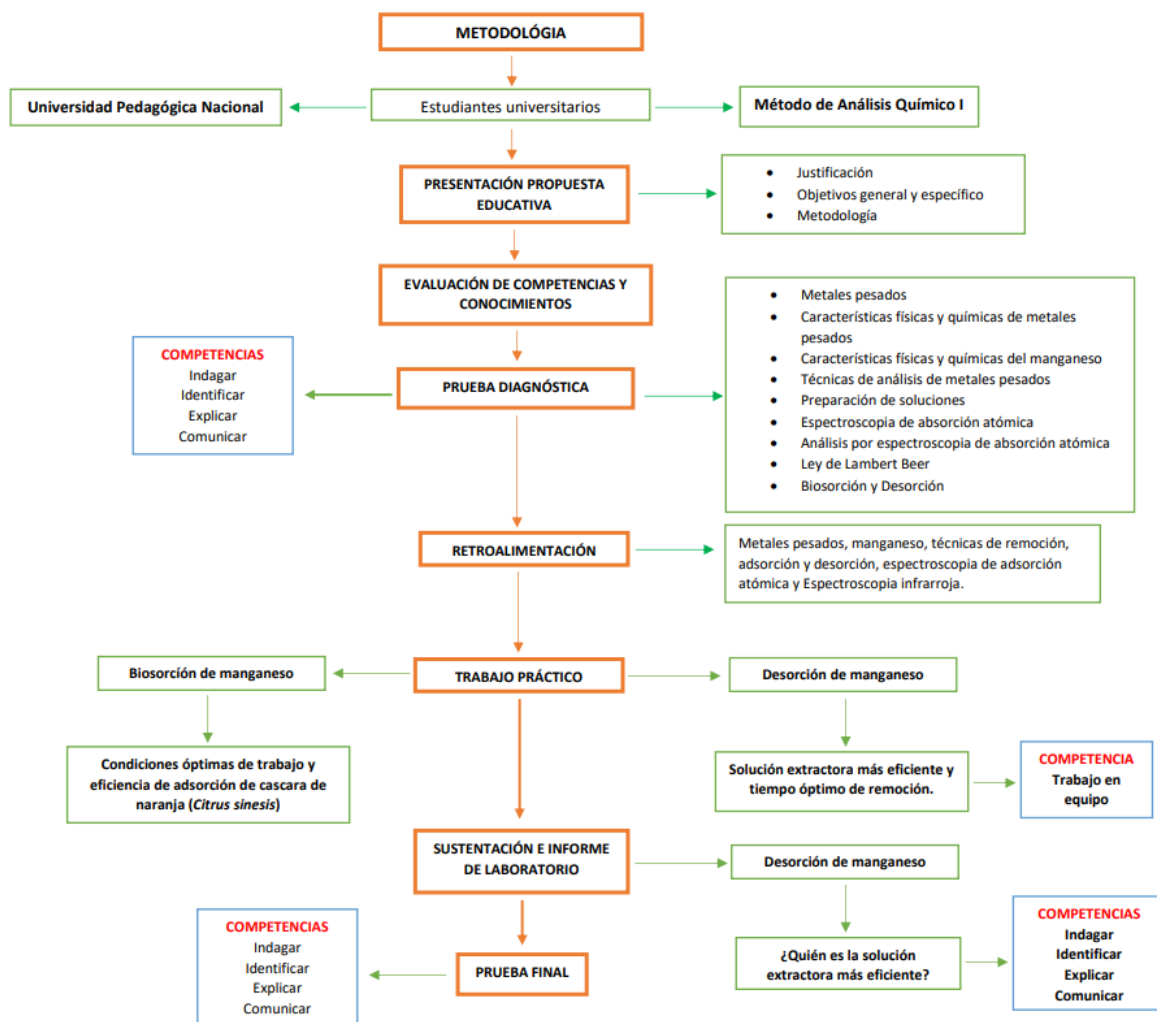


Diagrama 1: Fases metodológicas del proyecto Fortalecimiento de competencias científicas empleando trabajos prácticos de laboratorio: Desorción de manganeso.

Fuente: Creación propia.

5. CRONOGRAMA

Fases	Actividad	Descripción	Duración (días y semanas)	Especificaciones
1	Muestreo de naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>)	Se tomó la muestra de naranja en grados de maduración 1,3 y 6 según NTC 4086 de 1997.	1 día	Se realizan en el municipio de Sasaima Cundinamarca.
2	Preparación de materia prima.	Se realiza el lavado, secado, la molienda y el tamizado de la CN en grado de	2 semana	Se realiza el secado el secado a exposición solar y se

		maduración 1, 3 y 6 según NTC 4086		lleva a tamaño de partícula 0.18mm
	Determinación de propiedades fisicoquímicas de la CN grado 6	Se determina porcentaje de humedad, porcentaje de CN en el fruto, concentración de Mn y pH _{pcc} .	1 semana	Se realiza una práctica de laboratorio para cada determinación, haciendo uso de espectrofotometría AA.
	Determinación de condiciones óptimas para adsorción.	Se determina pH, acidificante, cantidad de CN, tiempo de contacto y grado de maduración más eficiente.	4 semanas	Se realiza una práctica de laboratorio para cada determinación, haciendo uso de espectrofotometría AA.
3	Prueba diagnóstica	Prueba mediada por formulario de Google sobre conceptos como metales pesados, características fisicoquímicas del manganeso, técnicas de tratamiento de aguas residuales, preparación de soluciones y factor de dilución, espectrofotometría de AA, conceptos de adsorción y desorción.	1 día	Competencias a evaluar indagar, identificar, explicar y comunicar.
4	Trabajo práctico de laboratorio	Se implementa un TPL de desorción con soluciones extractoras HCl, H ₂ SO ₄ , EDTA, NaOH y Ca(NO ₂) ₃ .	3 semanas	Se evalúa la competencia de trabajo en equipo.
	Informe de laboratorio	Documento con objetivos, marco teórico, procedimiento, resultados, análisis de resultados y conclusiones.		Se evalúa las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar.
	Sustentación de resultados	Exposición por parte de los estudiantes en la que sustentan análisis de resultados y el		Se evalúa las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar.

		principio teórico de las espectrofotometrías AA e IR.		
5	Prueba Final	Se implementa el mismo cuestionario de prueba diagnóstica mediado por Formularios de Google, con el fin de comparar la evolución de las competencias científicas.	1 día	Se evalúa las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar.

Tabla 4: Cronograma Proyecto de Investigación fortalecimiento de competencias científicas empleando trabajos prácticos de laboratorio: Desorción de manganeso.

6. RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados de cada una de las fases metodológicas implementadas durante el desarrollo del proyecto de grado, entre está se encuentra presente el muestreo de la materia prima a utilizar, el ensayo experimental de adsorción de manganeso con cáscara de naranja que sirvió como base para la implementación del trabajo práctico de laboratorio de desorción con los estudiantes de Métodos de Análisis Químico I del semestre 2022-1; de igual forma se analizarán y se expondrán los resultados de la prueba diagnóstica y la prueba final aplicada a los estudiantes teniendo como referente las competencias científicas de indagar, identificar, explicar, comunicar y trabajo en equipo.

6.1 Resultados Fase 1. Muestreo sistemático de la cáscara de naranja.

Para dar inicio a los trabajos prácticos de adsorción y desorción de manganeso con cáscara de naranja, fue necesario aplicar el muestreo de naranja Valencia como materia prima a emplear; para ello se realizó una visita al centro de investigación La Isla perteneciente a la Universidad de la Salle, ubicado en el municipio de Sasaima – Cundinamarca, aproximadamente a 72 Km de la Ciudad de Bogotá. Actualmente el centro de investigación y recreación cuenta 40 árboles de naranja pertenecientes a la especie Valencia (*Citrus sinensis*) (ver foto 1), de los cuales se aplicó un muestreo de tipo sistemático para la recolección de naranjas en grados de maduración 1, 3 y 6. siguiendo la clasificación

referenciada en la Norma Técnica Colombiana 4086 de 1997 (ver tabla 2). Para lo anterior se diligencio un formato de muestreo (Ver anexo 1).

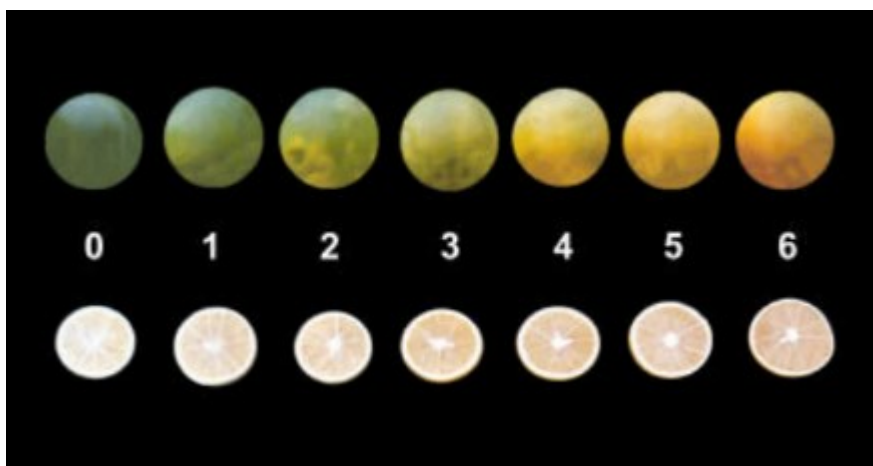


Tabla 2: Grados de maduración de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) producida por encima de los 900 metros sobre el nivel del mar.

Obtenida de: Norma Técnica Colombiana (NTC) 4086 del 1997.



Foto 1: Cultivo de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) del centro de investigación y recreación la Isla, Sasaima Cundinamarca.

Fuente: Autoras



Foto 2: Naranja Valencia (*Citrus sinensis*) sin clasificar según NTC 4086 de 1997.

Fuente: Autoras



Foto 3: Naranja Valencia (*Citrus sinensis*) clasificadas en grados de maduración 3 y 6 según escala de maduración NTC 4086 de 1997.

Fuente: Autoras

6.2 Resultados Fase 2. Preparación, análisis fisicoquímico de materia prima y diseño de trabajo práctico adsorción

En esta fase de trabajo, se realizó un tratamiento de la muestra y posteriormente se determinaron las condiciones óptimas de adsorción de manganeso con cáscara de naranja Valencia.

6.2.1 Preparación de la materia prima.

Posterior a la toma de muestra se procedió a realizar el debido tratamiento y preparación de la cáscara de naranja para ser utilizada en la adsorción de manganeso; para ello, se realizó el debido lavado de la frutar, se tomó la masa total de este y se retiró cuidadosamente la cáscara del fruto de naranja, se registró la masa total de cáscara de naranja obtenida por cada grado de maduración (ver foto 4), en seguida se llevó a un proceso de secado a exposición del sol por 15 días, para el proceso de secado fue necesario cortar la cáscara en partes pequeñas de aproximadamente 1 cm (ver foto 5).



Foto 4: Cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*), grado de maduración 1 y 3 según NTC 4086 de 1997.

Fuente: Autoras



Foto 5: Proceso de secado cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*).

Fuente: Autoras

Posterior al proceso de secado de cada una de las muestras de CN en los grados de maduración 1, 3 y 6 (Ver foto 6), se llevó a cabo el proceso de moltura haciendo uso de un molino Thomas Wiley modelo cuatro de laboratory Mill (Ver foto 7) con una malla para tamaño de partícula 1 mm (ver foto 8) obteniendo CN con este tamaño de partícula (ver foto 10), luego se llevó a un tamiz STANDARD SIEVE SIRIES (ver foto 11) para obtener cáscara de naranja con tamaño de partícula de 0,18 mm (ver foto 10).



Foto 6: Muestras de cáscara de naranja Valencia secas en grado de maduración 1, 3 y 6 según NTC 4086 del 1997.

Fuente: Autoras.



Foto 7: Molino Thomas Wiley modelo cuatro de Laboratory Mill, con malla con tamaño de partícula 1mm.
Fuente: Autoras.



Foto 8: Malla con tamaño de partícula 1mm, para molino Thomas Wiley modelo 4.
Fuente: Autoras.



Foto 9: Cáscara de naranja Valencia seca en grados de maduración 1, 3, 6 y tamaño de partícula de 1 mm
Fuente: Autoras.



Foto 10: Cáscara de naranja Valencia seca en grados de maduración 1, 3, 6 y tamaño de partícula de 0.18 mm.
Fuente: Autoras.



Foto 11: Tamiz STANDARD SIEVE SIRIES de 1.10 mm.
Fuente: Autoras.

6.2.2 Análisis fisicoquímico materia prima.

Con la muestra de naranja Valencia antes de aplicar proceso de molienda y tamizado, se determinó porcentaje de semilla, porcentaje de CN y porcentaje de humedad en la CN (Ver tabla 5); con la muestra de CN a tamaño de partícula de 0.180 mm, se determinó pH en punto de carga cero siguiendo el procedimiento expuesto en el anexo 2 y concentración de manganeso inicial en la CN siguiendo el procedimiento expuesto en el anexo 3 (ver tabla 7).

Grado de maduración	Masa total de naranja (g)	Masa total de CN (g)	% de CN en el fruto	Masa total de semillas (g)	% de semillas en el fruto	Masa total de CN seca (g)	% de Humedad en la CN
1	354,94	80,73	22,74	1,8000	0,51	23,2300	71,23
3	830,77	195,75	23,56	1,9500	0,23	60,1000	69,30
6	1066,88	326,87	30,64	8,7500	0,82	85,9300	73,71

Tabla 5: Determinación porcentaje de humedad presente en cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) grado de maduración 1, 3 y 6 NTC 4086 de 1997.

Fuente: Autoras.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 5, se observó que la naranja en grado de maduración 1 presenta un 22,74 % de CN, 0,51% de semillas y 71,22 % de humedad en CN; en el grado de maduración 3, se presenta un 23,56 % de CN, un 0,23 % de semillas y un 69,30 % de humedad y, por último, el grado de maduración 6 presento un 30,64 % de CN, un 0,51 % de semillas presentes en el fruto y un 73,71 % de humedad en la CN. Con relación a estos parámetros se deduce que el porcentaje de cáscara de naranja es mayor conforme aumenta el grado maduración.

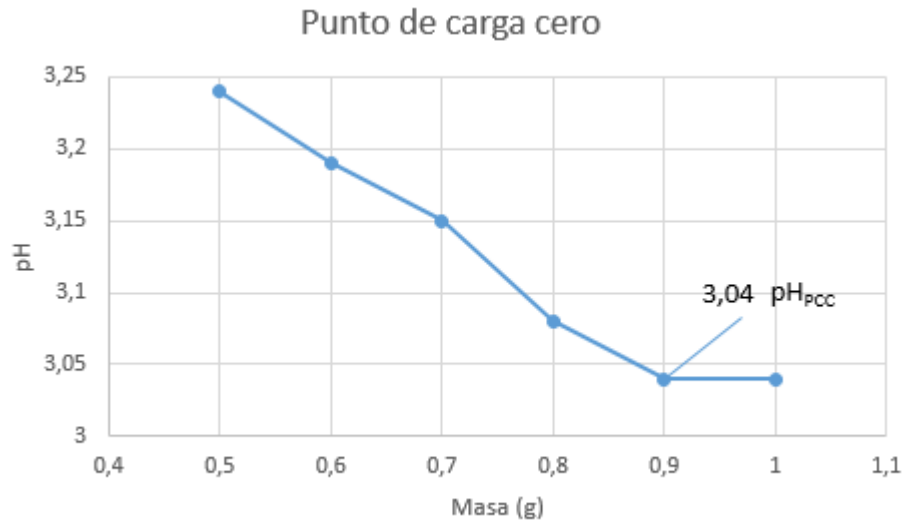
Dentro del proceso de determinación de características fisicoquímicas de la CN, se determinó el pH_{pcc}, variando la cantidad de CN en un rango de 0,5 a 1g, obteniendo los valores de pH después de un tiempo en agitación constante de 48 horas (ver tabla 6). (Especificar NaCl y concentración)

pH en Punto cero (pH _{PCC})	
Masa (g)	pH
0,5	3,24
0,6	3,19
0,7	3,15
0,8	3,08
0,9	3,04
1	3,04

Tabla 6: Determinación pH punto cero (pH_{PCC}) en cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) grado de maduración 6, según NTC 4086 de 1997.

Fuente: Autoras.

A partir de los resultados obtenidos en la tabla 6, se realizó la gráfica de pH vs Masa de la CN con el fin de determinar el pH en el punto de carga cero (Ver Gráfica 1).



masa

Gráfica 1: pH vs masa (g) de cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) grado de maduración 6 según NTC 4086 de 1997.

Fuente: Autoras.

Se observó en la gráfica 1 que el pH desciende conforme aumenta la cantidad de cáscara de naranja y se mantiene constante a cantidades de masa de 0,9 y 1 gramos de CN, siendo este de 3,04, cabe mencionar que a pH mayores al punto de carga cero hay mayor adsorción de cationes y a pH menores del punto de carga cero hay mayor adsorción de aniones (Amaringo y Hormaza, 2013).

Se determinó la concentración de manganeso en la muestra de CN en grado 6 a tamaño de partícula de 0,18 mm, haciendo uso del método de análisis químico de espectrofotometría de adsorción atómica y siguiendo el proceso establecido en el anexo 3, obteniendo los siguientes resultados. (Ver tabla 7)

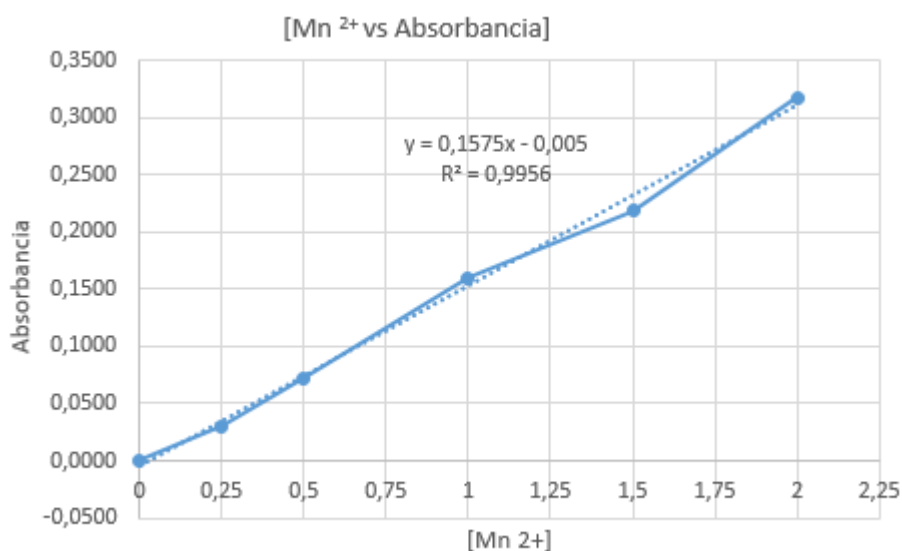
Concentración Mn (II) ppm	Absorbancia	Absorbancia corregida	Concentración de Mn ²⁺
0	0,0041	0,0000	No aplica
	0,0341	0,0300	
	0,0761	0,0720	

	0,25		0,1637	0,1596		
	0,5		0,2222	0,2181		
	1,0		0,3215	0,3174		
	1,5					
	2					
Masa CN (g)	Volumen final (mL)	Muestra problema	Absorbancia	Absorbancia corregida	Concentración de Mn ²⁺ ppm	mg Mn ²⁺ / Kg CN
0,5	10	Cáscara 1	0.0204	0.0163	0,1352	2,7048
		Cáscara 2	0,0256	0.0215	0,1680	3,3608
		Cáscara 3	0,0342	0,0301	0,2229	4,4571
		Promedio			0.1754	3.5080

Tabla 7: Determinación de Mn (II) en cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) grado de maduración 6 según NTC 4086 de 1997, por espectrofotometría de absorción atómica.

Fuente: Autoras.

A partir de los resultados obtenidos de la tabla anterior (Ver tabla 7), se realizó la gráfica en la que se relaciona concentración de manganeso (II) de cada patrón y su absorbancia (Ver Gráfica 2), obteniendo la ecuación de la recta que permite determinar la concentración Mn (II) inicial en la CN Valencia (*Citrus sinensis*) grado de maduración 6 antes de la adsorción.



Gráfica 2: Concentración de Mn (II) en ppm de soluciones patrón vs absorbancia.

Fuente: Autoras.

Empleando la ecuación de la recta $Y = 0,1575X - 0,005$ obtenida en la gráfica 2, se determinó la concentración de Mn (II) presente en la dilución de 10 mL de las cenizas obtenidas en la calcinación de la CN Valencia (*Citrus sinensis*), permitiendo establecer la concentración de manganeso inicial en la cáscara de

naranja antes de adsorción dando un valor promedio de 3,5080 mg Mn/Kg de CN.

Para caracterizar la CN, se realizó un análisis de espectrofotometría infrarroja donde se determinó los grupos funcionales presentes en esta en sus grados de maduración 1, 3 y 6 según NTC 4086 de 1997, obteniendo los espectros que se observan en las figuras 11,12 13.

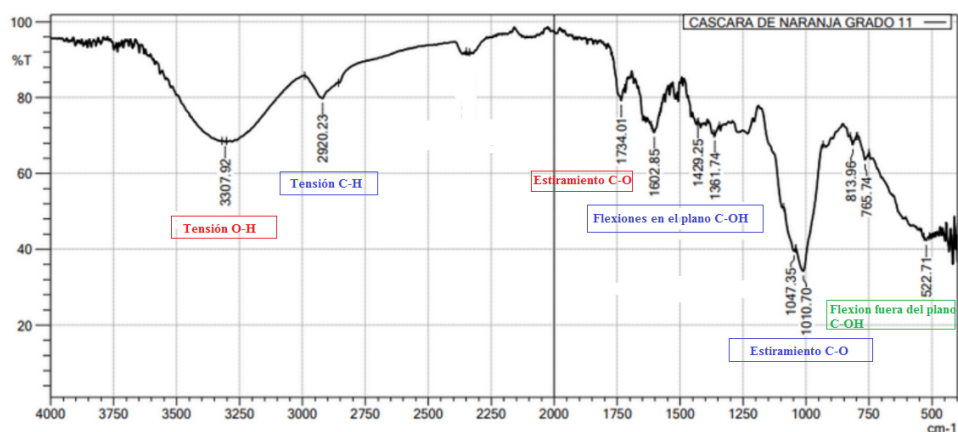


Figura 11: Espectro Infrarrojo de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) grado de maduración 1. Fuente: Equipo de Espectrofotómetro IRAffinity-1D SHIMADZU de la Universidad Pedagógica Nacional.

Como se observa en la figura 11 se identifican señales de tensión O-H en número de onda $3307,92 \text{ cm}^{-1}$, tensión C-H en $2920,23 \text{ cm}^{-1}$, flexión de enlace C-O en $1734,01 \text{ cm}^{-1}$ y flexiones C-OH en $1010,70$ y $522,71 \text{ cm}^{-1}$; indicando los grupos funcionales presentes en la celulosa, como principal componente de la cáscara de naranja Valencia, según Mayhuire y otros (2019) la composición de la cáscara de naranja varía de acuerdo a la especie, pero contiene alrededor de un 53,27 por ciento másico de carbohidratos, que a su vez se compone por porcentajes másicos aproximados 29,8 de pectina, 20 de celulosa, 20,9 de hemicelulosa.

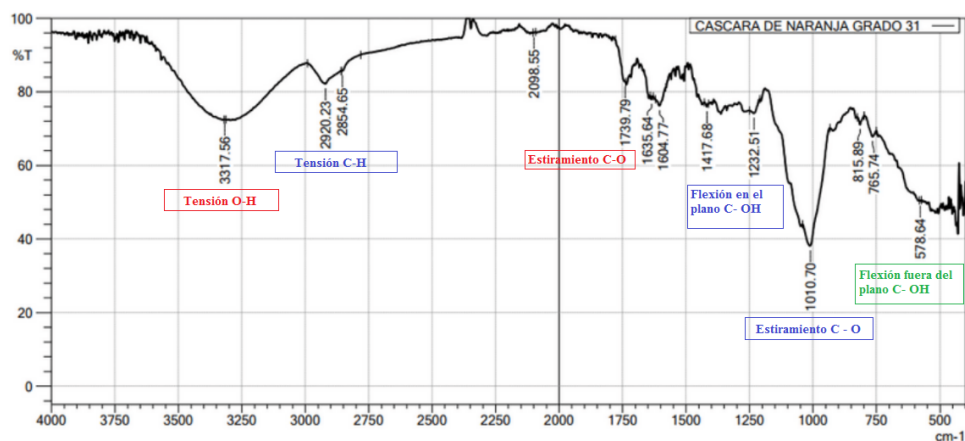


Figura 12: Espectro Infrarrojo de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) grado de maduración 3.

Fuente: Equipo de Espectrofotómetro IRAffinity-1D SHIMADZU de la Universidad Pedagógica Nacional.

Al realizar el análisis por espectrofotometría infrarroja a la cáscara de naranja Valencia en grado de maduración 3 (ver figura 12), se contemplan señales de tensión en números de onda $3313,71\text{ cm}^{-1}$, $2920,23$ y $2864,65\text{ cm}^{-1}$ indicando la presencia de enlaces O-H y C-H; de igual forma se observa gran variedad de señales de flexión entre los números de onda $1739,79$ y $578,68\text{ cm}^{-1}$ correspondientes a la presencia de enlaces C-O y C-OH.

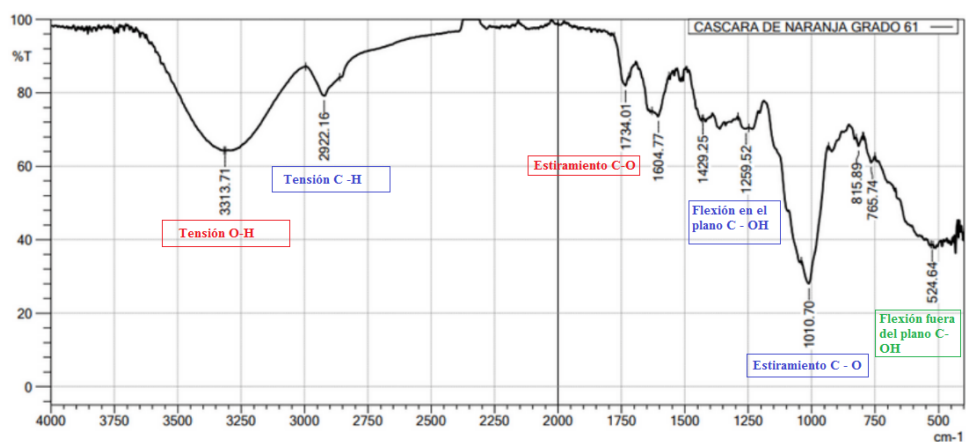


Figura 13: Espectro Infrarrojo de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) grado de maduración 6. Fuente: Equipo de Espectrofotómetro IRAffinity-1D SHIMADZU de la Universidad Pedagógica Nacional.

El análisis espectrofotométrico aplicado en la cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en grado de maduración 3, arrojó los siguientes resultados. Tensión de enlace O-H en $3313,71$ y enlace C-H en $2922,16\text{ cm}^{-1}$; flexiones de enlace C-O y C-OH entre $1734,01$ y $524,64\text{ cm}^{-1}$ confirmando la presencia de celulosa en la composición de la cáscara de naranja.

Con base a los resultados obtenidos en el análisis cualitativo de cáscara de naranja en sus tres grados de maduración 1, 3 y 6 por espectroscopia infrarroja, no se identificaron cambios en la posición de señales evidenciándose los grupos funcionales que componen la celulosa en la cáscara de naranja en sus tres grados de maduración, pero si en el porcentaje de transmitancia de mayor a menor, presentándose menor concentración de hidroxilos en grado de maduración 1 y mayor concentración en grado 6; por lo anterior se establece que existe la presencia de celulosa en la cáscara de naranja en sus tres grados de maduración pero las concentraciones de los grupos funcionales son diferentes, presentándose mayor concentración de OH en grado de maduración 6 y menor en 1.

6.2.3 Determinación de condiciones óptimas para la adsorción y desorción.

En este apartado se colocó en práctica varios ensayos experimentales para determinar las condiciones óptimas que permitieron una mayor eficiencia en la adsorción de manganeso con CN Valencia (*Citrus sinensis*) como: pH, solución acidificante, cantidad optima de cáscara de naranja, tiempo de contacto y grado de maduración respecto la NTC 4086 de 1997; empleando el método analítico espectrofotometría de absorción atómica a una longitud de onda de 279 nm y para el cual se estableció una curva de calibración con soluciones patrón de manganeso (II) a concentraciones de 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2 y 3 ppm. Lo anterior, siguiendo el procedimiento establecido en el anexo 4.

6.2.3.1 pH óptimo

Para determinar el pH óptimo de adsorción se tuvo presente la variación del pH de 1 a 4 de los 50 mL de solución de Mn (II) a 100 ppm que se empleó para la adsorción y el porcentaje de adsorción de Mn (II) de cada una de las muestras a los diferentes pH, obteniendo los siguientes resultados. (ver tabla 8). Se hace uso de pH inferiores a 7 porque de acuerdo al diagrama de Pourbax de las especies de manganeso a dichos pH se mantiene estable el manganeso divalente en solución acuosa.

Concentración Mn (II) ppm	Absorbancia	Absorbancia corregida	Concentración de Mn ²⁺	Concentración de Mn ²⁺ en el sobrenadante	Concentración de Mn ²⁺ en la CN
0	0,0041	0,0000			
0,25	0,0341	0,0300			
0,5	0,0761	0,0720			
1,0	0,1637	0,1596		No aplica	
1,5	0,2222	0,2181			
2	0,3215	0,3174			
pH	Absorbancia	Absorbancia corregida	Concentración de Mn ²⁺	Concentración de Mn ²⁺ en el sobrenadante	Porcentaje de adsorción Mn ²⁺ en la CN
pH 1	0,4130	0,4089	2,6281	65,7037	34,30
pH 2	0,5384	0,5343	3,4239	85,5979	14,40
pH 3	0,5233	0,5192	3,3280	83,2011	16,80
pH 4	0,3778	0,3737	2,4042	60,1058	39,89

Tabla 8: Determinación de pH óptimo en adsorción de Mn (II) en cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) grado de maduración 6 según NTC 4086 de 1997, por espectrofotometría de absorción atómica.

Fuente: Autoras.

Empleando la ecuación de la recta de la gráfica 2, se determinó las concentraciones de Mn (II) en los sobrenadantes producto de la adsorción, con base a la diferencia de concentración de Mn (II) entre esta y la solución stock empleada para contaminar la muestra, se determinó la concentración de Mn presente en la CN, obteniendo el porcentaje de adsorción de Mn en la CN grado de maduración 6 en diferentes condiciones de pH. (Ver tabla 8). En los resultados anteriores se observó mayor porcentaje de adsorción a pH 4 con un valor de 39,89 % confirmando lo expuesto por Amaringo y Hormaza (2013) donde a pH mayor que al pH_{pcc} (3,04) se obtiene una mayor remoción.

6.2.3.2 Cantidad de CN grado de maduración 6, acidificante y tiempo de contacto óptimo.

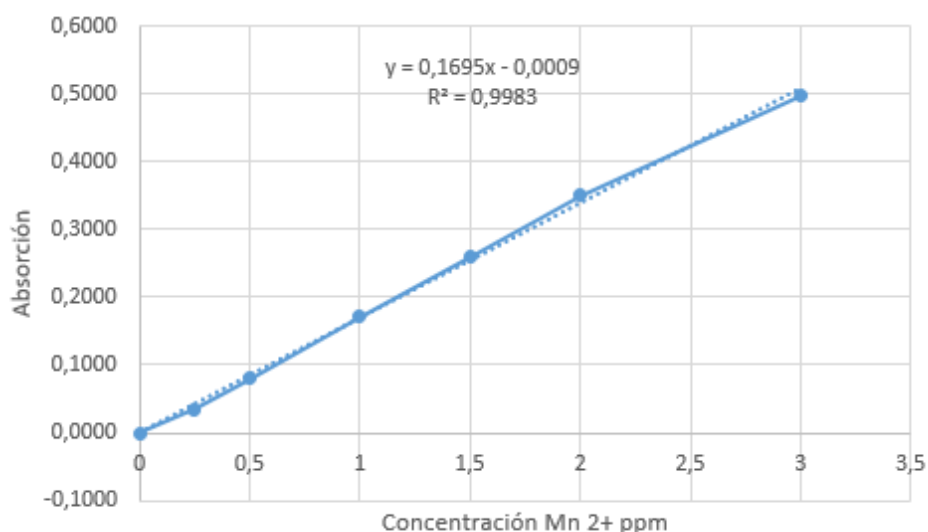
Para la determinar de cantidad de CN Valencia (*Citrus sinensis*), acidificante y tiempo de contacto óptimo, se empleó el procedimiento planteado en el Anexo 4, variando la cantidad de CN de 0.5 a 1 g en grado de maduración 6; Acidificantes como HCl y HNO₃ 0,1 M y tiempo de contacto óptimo de 2 a 3 horas en agitación constante en 50 mL de solución de Mn (II) a 100 ppm a pH 4.

Para la determinación de la concentración final de manganeso presente en la cáscara de naranja por el método de espectrofotometría de absorción atómica, se realizó la siguiente curva de calibración empleando las soluciones patrón preparadas en el apartado 6.2.2, obteniendo los siguientes resultados (ver tabla 9)

Concentración de Mn ²⁺ ppm	Absorbancia corregida
0	0,0000
0,25	0,0347
0,5	0,0800
1	0,1712
1,5	0,2590
2	0,3498
3	0,4973

Tabla 9: Absorbancia de soluciones patrón, empleadas para determinar cantidad de cáscara de naranja Valencia, acidificante y tiempo de contacto óptimo.

Fuente: Autoras.



Gráfica 3: Concentración de Mn (II) en ppm de soluciones patrón vs absorbancia.

Para determinar cantidad de cáscara de naranja Valencia, acidificante y tiempo de contacto óptimo.

Fuente: Autoras.

Empleando la ecuación de la recta de la gráfica 3, se determinó las concentraciones de manganeso de los sobrenadantes producto de la adsorción y su relación con la concentración sobrante en la CN se obtiene los porcentajes de adsorción (ver tabla 10). El mayor porcentaje de adsorción se obtuvo en el ensayo experimental con 1 g de CN, acidificado a pH 4 con HCl 0,1M y un tiempo de contacto de 120 minutos, estableciendo las condiciones óptimas para un proceso de adsorción eficiente.

Gramos de CN	Se llevó a pH con:	Minutos	Dilución	Absorbancia	Absorbancia corregida	Concentración Mn ²⁺ ppm	Concentración en sobrenadante Mn ²⁺ ppm	Concentración en CN Mn ²⁺ ppm
1	HCl	120	1 a 50	0,1539	0,1498	0,8893	44,4641	55,54
0,5	HCl	120	1 a 50	0,2137	0,2096	1,2421	62,1042	37,90
0,5	HCl	180	1 a 50	0,1968	0,1927	1,1422	57,1091	42,90
1	HNO ₃	120	1 a 50	0,1595	0,1554	0,9221	46,1062	53,90
0,5	HNO ₃	120	1 a 50	0,1908	0,1867	1,1066	55,3294	44,68
0,5	HNO ₃	180	1 a 50	0,2201	0,2160	1,2794	63,9725	36,03
1	HCl	120	1 a 25	0,2976	0,2935	1,7371	43,4267	56,57
0,5	HCl	120	1 a 25	0,4027	0,3986	2,3569	58,9233	41,08
0,5	HCl	180	1 a 25	0,4230	0,4189	2,4767	61,9174	38,08
1	HNO ₃	120	1 a 25	0,3314	0,3273	1,9365	48,4120	51,59
0,5	HNO ₃	120	1 a 25	0,3874	0,3833	2,2665	56,6618	43,34

0,5	HNO ₃	180	1 a 25	0,3948	0,3907	2,3101	57,7532	42,25
-----	------------------	-----	--------	--------	--------	--------	---------	-------

Tabla 10: Determinación de cantidad de naranja, acidificante y tiempo óptimo la para adsorción de Mn (II) en cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) grado de maduración 6 según NTC 4086 de 1997, por espectrofotometría de absorción atómica.

Fuente: Autoras

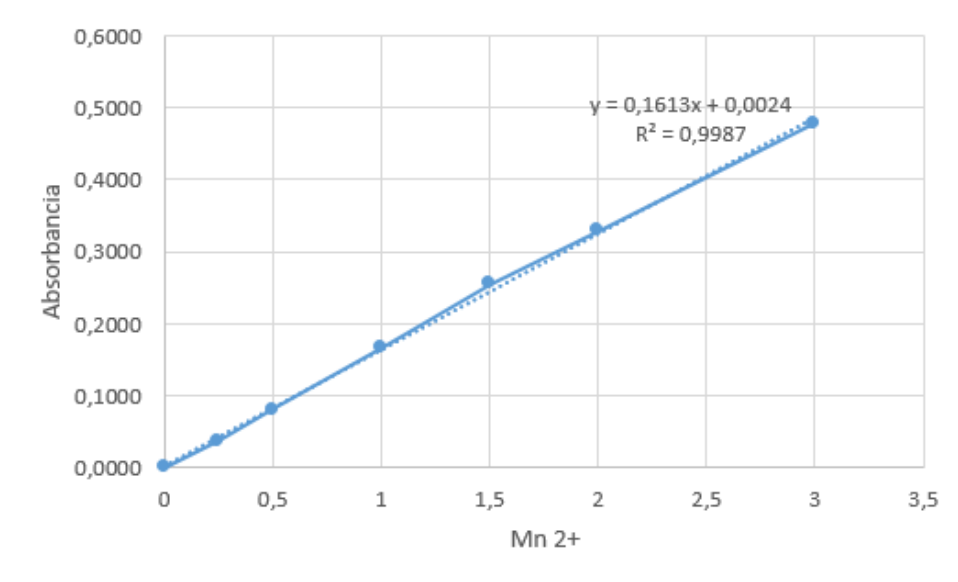
6.2.3.3 Tiempo contacto en la que se presenta mayor porcentaje de adsorción de manganeso (II).

En el presente apartado se estableció el tiempo de contacto en el que se presentó mayor porcentaje de adsorción, para determinar el tiempo en el que se presenta mayor índice de adsorción en un rango de 0 a 120 minutos; siguiendo el procedimiento establecido en el anexo 4 para lectura de espectroscopia de absorción atómica (ver tabla 11), se mezcla 1 g de CN con la solución de 50 mL de Mn a 100 ppm y a pH 4, se deja en adsorción y se toman alícuotas de 5 mL cada 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120 minutos. (Ver tabla 12)

Mn ²⁺ ppm	Absorbancia corregida
0	0,0000
0,25	0,0378
0,5	0,0811
1	0,1663
1,5	0,2550
2	0,3287
3	0,4782

Tabla 11: Absorbancia de soluciones patrón, empleadas para determinar cinética de adsorción y grado de maduración óptimo.

Fuente: Autoras.



Gráfica 4: Concentración de Mn (II) en ppm de soluciones patrón vs absorbancia, para proceso de Cinética de adsorción de Mn (II) y grado de maduración óptimo.

Fuente: Autoras.

Con base en la ecuación de la recta obtenida en la gráfica 4 y la absorbancia de las muestras a diferentes tiempos de contacto, se determina la concentración de manganeso en cada uno de los sobrenadantes y en la CN obteniendo porcentajes de adsorción. El mayor porcentaje de adsorción (ver tabla 12) se presenta en un tiempo de contacto de 45 minutos con 61,77 % de adsorción de manganeso en la CN.

Tiempos (Minutos)	Absorbancia	Absorbancia corregida	Mn ²⁺ ppm 1-25	Mn ²⁺ ppm Sobrenadante	Mn ²⁺ ppm en cáscara
10	0,3383	0,3369	1,9399	48,4966	51,5034
20	0,2765	0,2751	1,5567	38,9182	61,0818
30	0,3402	0,3388	1,9518	48,7962	51,2038
45	0,2721	0,2707	1,5292	38,2310	61,7690
60	0,3287	0,3273	1,8801	47,0035	52,9965
90	0,4042	0,4028	2,3484	58,7105	41,2895
120	0,3416	0,3402	1,9601	49,0029	50,9971

Tabla 12: Determinación de cinética de adsorción de Mn (II) en CN (*Citrus sinensis*)

Fuente: Autoras.

6.2.3.4 Determinación de grado de maduración óptimo para el proceso de adsorción de manganeso en CN.

Para la determinación grado de maduración óptimo se siguió el procedimiento estipulado en el anexo 4, en el cual se tomaron masas de 1 g de CN en grados

de maduración 1, 3 y 6, dejándolas en contacto con 50 mL de soluciones de Mn (II) a 100 ppm cada una y a un pH de 4 durante un tiempo de contacto de 45 minutos. Para el análisis de las concentraciones de manganeso resultantes en la CN de cada uno de los ensayos después de la adsorción, se hizo uso de espectrofotómetro de absorción atómica siguiendo la curva de calibración expresada en la gráfica 4 y los resultados obtenidos en la tabla 13.

Grados de maduración		Absorbancia	Absorbancia corregida	Mn ²⁺ ppm 1-25	Mn ²⁺ ppm Sobrenadante	Mn ²⁺ ppm en cáscara	Promedio
Grado 1	1,1	0,3115	0,3101	1,9076	47,6906	52,3094	59,3270
	1,2	0,2372	0,2358	1,4472	36,1800	63,8200	
	1,3	0,2499	0,2485	1,5259	38,1484	61,8516	
Grado 3	3,1	0,2774	0,2760	1,6960	42,4003	57,5997	60,8149
	3,2	0,2258	0,2244	1,3765	34,4131	65,5869	
	3,3	0,2667	0,2653	1,6297	40,7419	59,2581	
Grado 6	6,1	0,2917	0,2903	1,7847	44,6167	55,3833	56,9005
	6,2	0,2759	0,2745	1,6869	42,1730	57,8270	
	6,3	0,2781	0,2767	1,7004	42,5088	57,4912	

Tabla 13: Determinación de grado óptimo de maduración de CN para la adsorción de Mn (II).
Fuente: Autoras.

A partir del análisis obtenido en la tabla 13, se determinó concentración de manganeso presente en la CN en los tres grados de maduración después de la adsorción y se identificó que el grado maduración 3 es el que presenta mayor porcentaje de adsorción con un valor 60,81 %, en comparación con los grados de maduración 1 y 6.

6.2.3.5 Adsorción de Mn en CN para implementación de trabajo práctico de laboratorio.

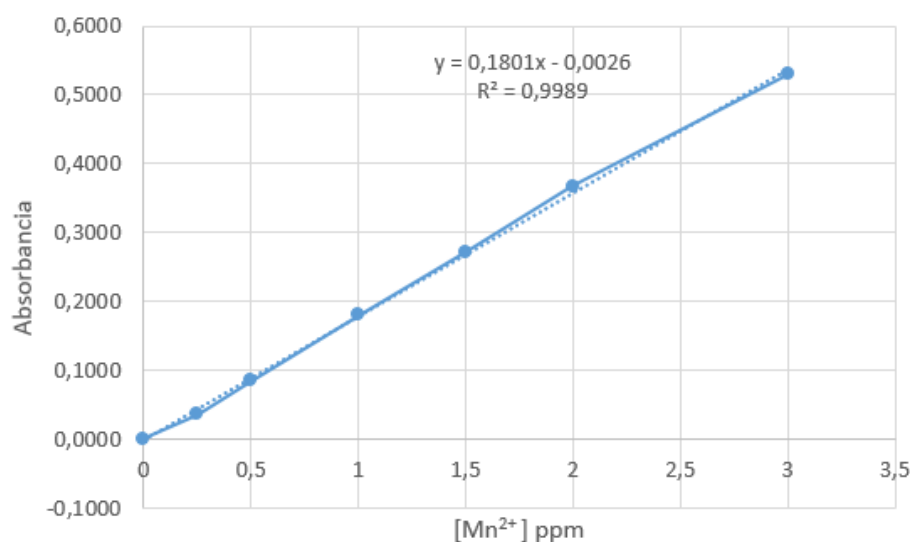
En este apartado se procedió a preparar 10g CN contaminada con Mn (II) siguiendo el procedimiento establecido en el anexo 4, en el que se tuvo en cuenta las condiciones de pH, cantidad de CN, acidificante, Tiempo de contacto y grado de maduración de la CN óptimas para la adsorción de Mn (II), esta muestra se dispone para el trabajo práctico de desorción de Mn (II) aplicado con los estudiantes.

En la ejecución del ensayo práctico de desorción empleando la muestra de CN contaminada, fue necesario determinar la concentración de Mn (II) presente en

esta, correspondiente a la concentración inicial en la CN antes de la desorción con soluciones extractoras; por ende, se hace uso del método analítico espectroscopia de absorción atómica (ver tabla 14),

Mn ²⁺ ppm	Absorbancia corregida
0	0,0000
0,25	0,0353
0,5	0,0841
1	0,1794
1,5	0,2723
2	0,3667
3	0,5297

Tabla 14: Absorbancia de soluciones patrón, empleadas para determinar concentración de manganeso en la CN utilizada para el TPL con estudiantes.
Fuente: Autoras.



Gráfica 5: Concentración de Mn (II) en ppm de soluciones patrón vs absorbancia, para determinar manganeso en cáscara de naranja Valencia a utilizar en el proceso de desorción.
Fuente: Autoras.

Con la ecuación de la recta obtenida de la gráfica 5 se determina la concentración de Mn (II) presente en los 10 g de CN contaminada, estableciendo así una concentración inicial de Mn (II) de 63,29 mg Mn²⁺/L antes del proceso de desorción (ver tabla 15).

Muestra	Absorbancia	Absorbancia corregida	Mn ²⁺ ppm 1-25	Mn ²⁺ ppm sobrenadante	Mn ²⁺ ppm en CN
---------	-------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------	----------------------------

CN para TPL	0,2697	0,2618	1,4683	36,7063	63,2937
-------------	--------	--------	--------	---------	---------

Tabla 15: Determinación de concentración de Mn (II) en la CN a condiciones óptimas de adsorción

Fuente: Autoras.

6.2.3.6 Desorción de Mn en CN contaminada.

En este apartado se procedió a realizar el proceso de adsorción a condiciones óptimas para determinar la concentración de manganeso en la CN con grado de maduración 3 a emplear en el proceso de desorción (ver tabla 16).

Muestra	Absorbancia	A corregida	[Mn2+] ppm	[Mn2+] Real	% de adsorción
1	0.3090	0.3011	1.6865	42.1617	57.84
2	0.2454	0.2375	1.3333	33.3333	66.67
3	0.2633	0.2554	1.4327	35.8180	64.18
4	0.2620	0.2541	1.4253	35.6329	64.37
5	0.2779	0.2700	1.5138	37.8447	62.16

Tabla 16: Determinación de concentración de Mn (II) en la CN a condiciones óptimas de adsorción

Fuente: Autoras.

A partir de la CN contaminada anteriormente se hace un proceso de desorción, preparando diferentes soluciones extractoras a 0,1 M por un tiempo de 24 horas en agitación constante, obtenido los resultados expuestos en la tabla 17.

Muestra	Solución Ex	Absorbancia	A corregida	[Mn2+] ppm	[Mn2+] en la solución Ex	[Mn2+] en CN ppm	% de desorción
1	HCl	0.2252	0.2173	1.2208	30.5201	57.8382	52.77
2	H ₂ SO ₄	0.1961	0.1882	1.0594	26.4853	66.6667	39.73
3	EDTA	0.2376	0.2297	1.2900	32.2506	64.1819	50.25
4	NaOH	0.0180	0.0101	0.0707	1.7675	64.3670	2.75
5	Ca(NO ₃) ₂	0.2095	0.2016	1.1338	28.3454	62.1553	45.60

Tabla 17: Determinación de concentración de Mn (II) en las soluciones extractoras después de desorción.

Fuente: Autoras.

Con base en los resultados obtenidos en la tabla 17 se identificó que la solución extractora más eficiente es HCl 0,1 M. Para determinar la influencia del tiempo en el proceso de desorción de manganeso fue necesario determinar la concentración de manganeso en las soluciones extractores a diferentes tiempos de desorción.

Muestra	Tiempo	Absorbancia	Absorbancia corregida	[Mn ²⁺] ppm 1-25	[Mn ²⁺] en la s/n Extractora	[Mn ²⁺] ppm en CN	% de desorción
1	30 min	0.1067	0.0975	0.5227	13.0675	67.4521	19.37
2	30 min	0.1104	0.1012	0.5417	13.5422	70.1925	19.29
1	1 h	0.1570	0.1478	0.7832	19.5797	67.4521	29.03
2	1 h	0.1746	0.1654	0.8743	21.8583	70.1925	31.14
1	2 h	0.1529	0.1437	0.7618	19.0445	67.4521	28.23
2	2 h	0.1244	0.1152	0.6142	15.3547	70.1925	21.88
1	3 h	0.2227	0.2135	1.1231	28.0770	67.4521	41.63
2	3 h	0.2593	0.2501	1.3130	32.8241	70.1925	46.76

Tabla 18: Determinación de concentración de Mn (II) en la solución extractora de HCl a diferentes tiempos de desorción.

Fuente: Autoras.

A partir del análisis de la tabla 18 se estableció que el porcentaje de desorción aumenta conforme aumenta el tiempo de contacto entre la CN de naranja contaminada y solución extractora de HCl 0,1 M.

6.3 Resultados Fase 3. Implementación y retroalimentación de prueba diagnóstica.

6.3.1 Implementación de Prueba Diagnóstica.

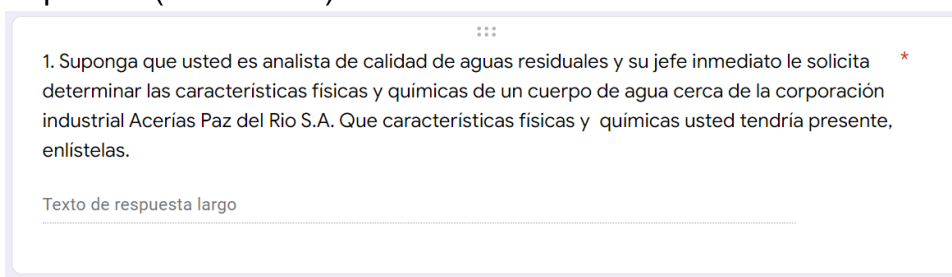
En esta fase de trabajo se aplicó una prueba diagnóstica mediada con Formularios de Google con el grupo de 16 estudiantes de Métodos de Análisis Químico (I) semestre 2021-1 de la Universidad Pedagógica Nacional, en cual se realizaron 10 preguntas de tipo abiertas, opción múltiple y preguntas que tenían como requisito adjuntar un desarrollo matemático en un documento PDF o imagen con el fin de dar solución y justificación a la incógnita (ver anexo 5). La prueba recoge conceptos con relación a las características fisicoquímicas de metales pesados y manganeso, técnicas de remoción de metales pesados, factor de solución, método de análisis espectroscopia de absorción atómica, tratamiento de datos, diferencias entre las técnicas de adsorción y desorción; para la realización de la prueba diagnóstica se solicitó el consentimiento informado por parte de los estudiantes para autorizar el uso de resultados y toma de material audiovisual como parte de la aplicación y sustentación del proyecto de grado; además, se estableció un tiempo máximo de 2 horas para el desarrollo de la prueba diagnóstica por cada estudiante.

A partir de la aplicación de la prueba diagnóstica se evaluó las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar, siguiendo los criterios de evaluación diseñados para determinar el desarrollo y aplicación de cada una de

las competencias (ver anexo 6). Las preguntas que conforman la prueba diagnóstica son:

Pregunta 1. Características físicas y químicas para análisis de aguas residuales.

En esta pregunta se evaluó la competencia de indagar e identificar, observando las ideas previas de cada uno de los estudiantes, para ello se estableció un caso de análisis de contexto que relacionan las características físicas y químicas que se tiene presente para determinar la calidad de aguas residuales; donde se le pregunta al estudiante que características físicas y químicas tendría en cuenta para analizar el agua residual de Acerías Paz del Río tomando el rol como analista químico (ver foto 12).



1. Suponga que usted es analista de calidad de aguas residuales y su jefe inmediato le solicita determinar las características físicas y químicas de un cuerpo de agua cerca de la corporación industrial Acerías Paz del Río S.A. Que características físicas y químicas usted tendría presente, enlistelas. *

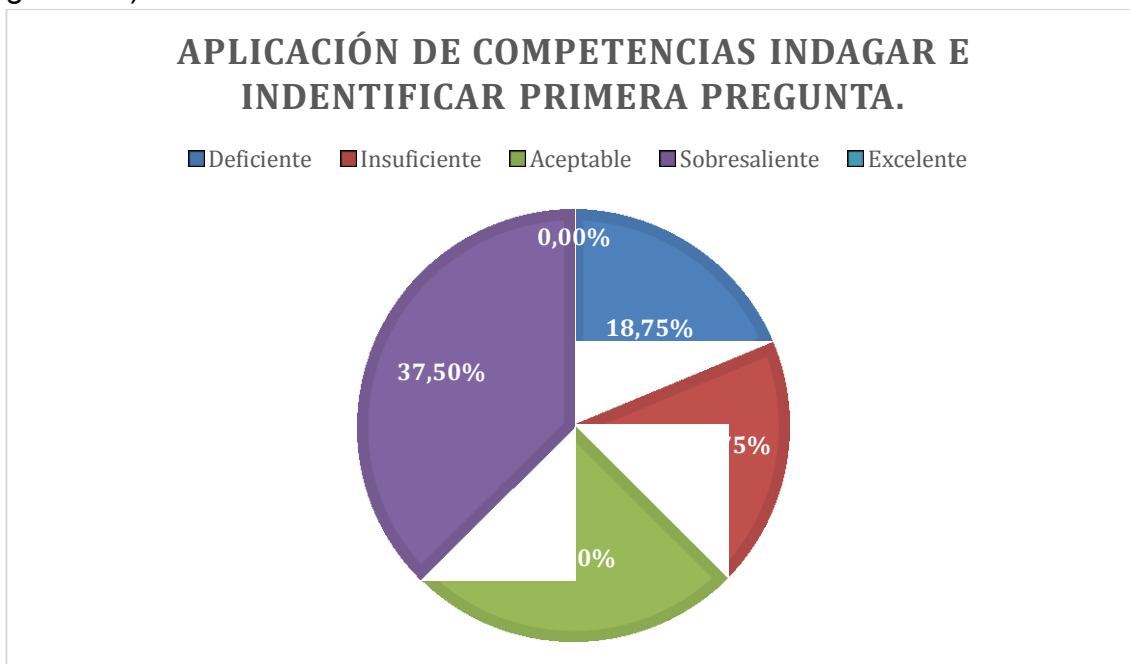
Texto de respuesta largo

Foto 12: Primera pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de características físicas y químicas para el análisis de aguas residuales.

Fuente: Autoras.

Teniendo presente las respuestas de los estudiantes a esta pregunta se identificó que 3 de los estudiantes no identificaron ninguna de las características físicas y químicas que se pueden analizar para determinar calidad de aguas residuales, al no dar respuesta se deduce que no aplican la competencia indagar, ni identificar; 3 estudiantes reconocen muy pocas de las características físicas y químicas que se deben tener en cuenta para el análisis de calidad de aguas residuales deduciendo que aplican de manera insuficiente las competencias de indagar e identificar; 4 de los estudiantes mencionan algunas características físicas y químicas que se tiene presente para el análisis de calidad de aguas residuales, concluyendo que aplican de forma aceptable las competencias de indagar e identificar; finalmente, 6 de los estudiantes exponen la mayoría de las características físicas y químicas utilizadas para el análisis de agua residual, deduciendo que aplican de forma sobresaliente las competencias de indagar e identificar.

De acuerdo a lo anterior, se establece que los estudiantes aplican la competencia indagar e identificar con un 18,75% de forma deficiente, 18,75% insuficiente, 25 % aceptable y 37.5% sobresaliente, sobre un total de 16 de estudiantes (ver gráfica 6).



Grafica 6. Resultados aplicación de competencias científicas indagar e identificar, análisis primera pregunta.
Fuente: Autoras

A continuación, se presenta un ejemplar de respuesta sobresaliente a la primera pregunta (Ver foto 13) y de respuesta insuficientes a la misma pregunta (ver foto 14).

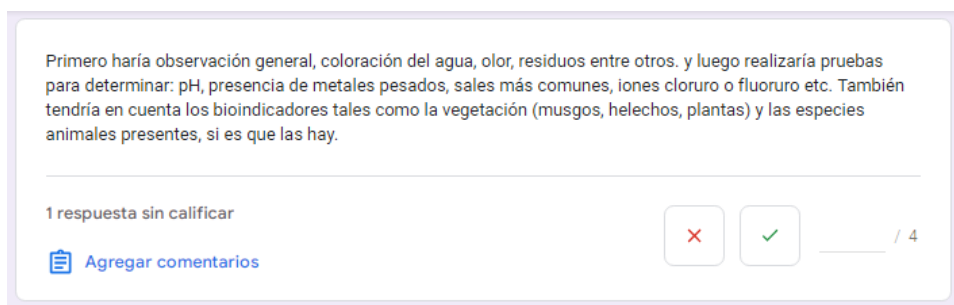


Foto 13: Respuesta sobresaliente a primera pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.
Fuente: Autoras.

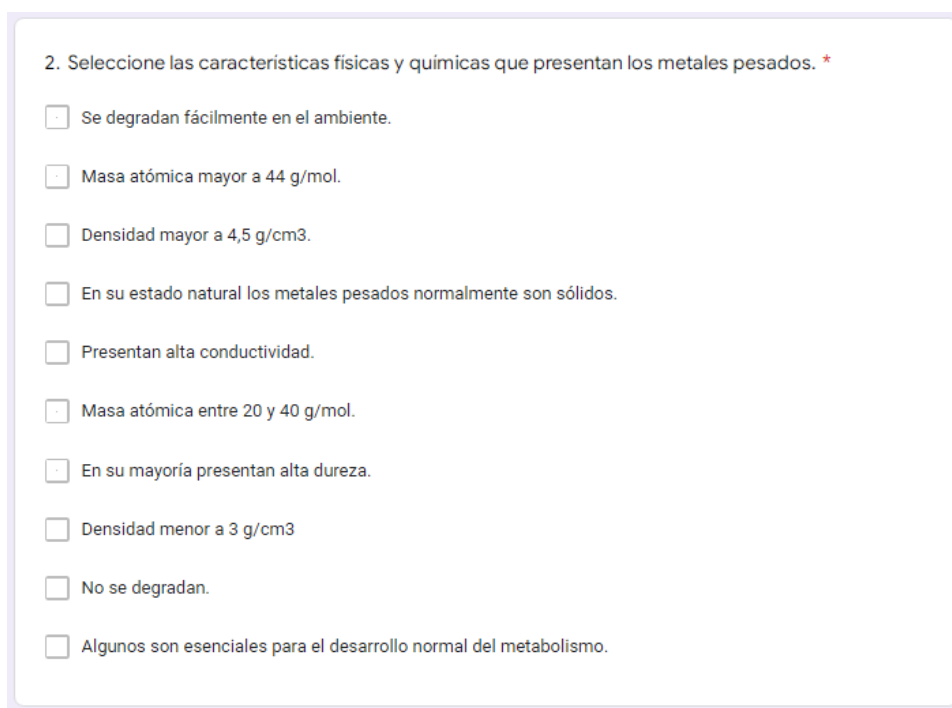
la composición del agua, es decir, que tanta concentración de sales u otros minerales tiene, si posee algún olor en particular, el color que está pueda tener, si está a cierta temperatura.

Agregar comentarios individuales

Foto 14: Respuesta insuficiente a la primera pregunta de prueba diagnóstica en Formulario de Google.
Fuente: Autoras.

Pregunta 2. Características físicas y químicas metales pesados.

En esta pregunta se evaluó la competencia indagar e identificar analizando las ideas previas de cada uno de los estudiantes, para ello se estableció un listado que mencionaba las características físicas y químicas principales de los metales pesados y otras características diferentes a este tipo de elementos, se pidió seleccionar las características correspondientes exclusivamente a metales pesados. (ver foto 15)



2. Seleccione las características físicas y químicas que presentan los metales pesados. *

- Se degradan fácilmente en el ambiente.
- Masa atómica mayor a 44 g/mol.
- Densidad mayor a 4,5 g/cm³.
- En su estado natural los metales pesados normalmente son sólidos.
- Presentan alta conductividad.
- Masa atómica entre 20 y 40 g/mol.
- En su mayoría presentan alta dureza.
- Densidad menor a 3 g/cm³.
- No se degradan.
- Algunos son esenciales para el desarrollo normal del metabolismo.

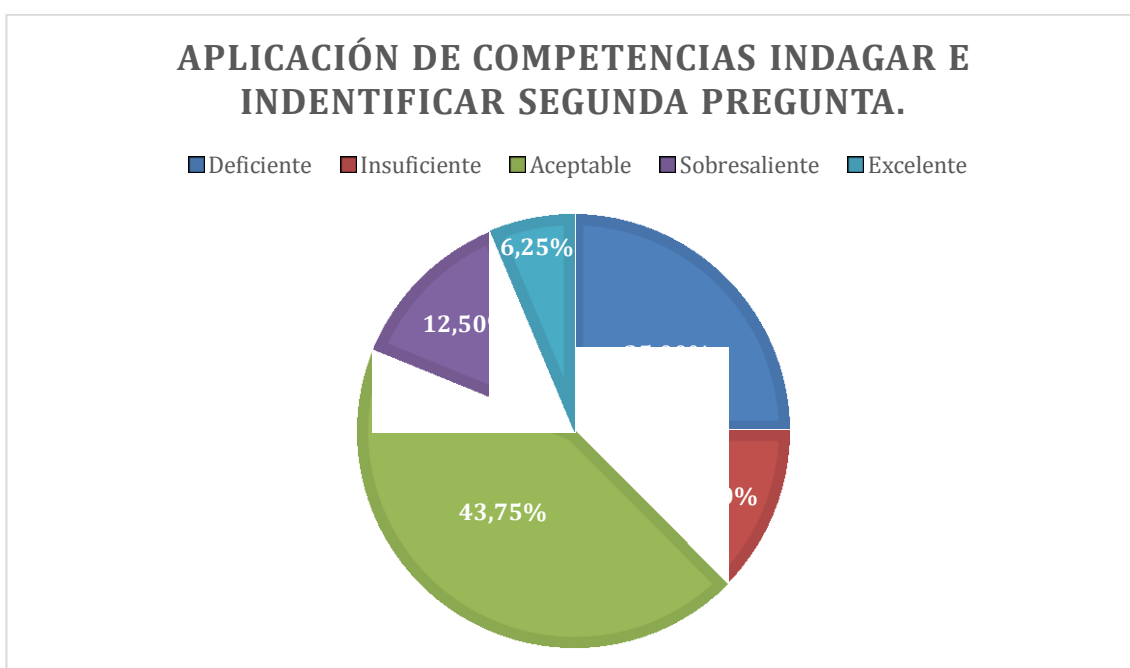
Foto 15: Segunda pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de características físicas y químicas de los metales pesados.

Fuente: Autoras.

De acuerdo a la respuesta de los estudiantes a esta pregunta, se determinó que 4 de los estudiantes identificaron menos de tres de las 7 características principales de los metales pesados, deduciendo que aplican de forma deficiente las competencias científicas de indagar e identificar; 2 de los estudiantes identificaron entre 3 y 4 de las 7 características principales de los metales pesados, evidenciando que aplican de forma insuficiente las competencias científicas de indagar e identificar; 7 de los estudiantes determinaron 5 de 7 características fisicoquímicas de los metales pesados, infiriendo que aplican de forma aceptable las competencias de indagar e identificar; 2 de los estudiantes identificaron 6 de 7 características principales de los metales pesados, estableciendo que aplican de forma sobresaliente las competencias de indagar

e identificar; finalmente 1 estudiante selecciono todas las características representativas y propuestas de los metales pesados, dando a entender que aplica de forma excelente las competencias científicas de indagar e identificar. Se identificó que las características que los estudiantes menos relacionaron con los metales pesados es su bioacumulación en la no degradación y su importancia para los desarrollos metabólicos de los organismos vivos.

A partir de los resultados anteriores, se establece que los estudiantes aplican las competencias de indagar e identificar con un 25 % de forma deficiente, 12.5% Insuficiente, 43.75% aceptable, 12.5% sobresaliente y 6.25% excelente sobre un total de 16 estudiantes (Ver gráfica 7).



Gráfica 7. Resultados aplicación de competencias científicas indagar e identificar, análisis segunda pregunta.
Fuente: Autoras

A continuación, se presenta un ejemplar de respuesta sobresaliente a la segunda pregunta (Ver foto 16) y de respuesta insuficientes a la misma pregunta (ver foto 17).

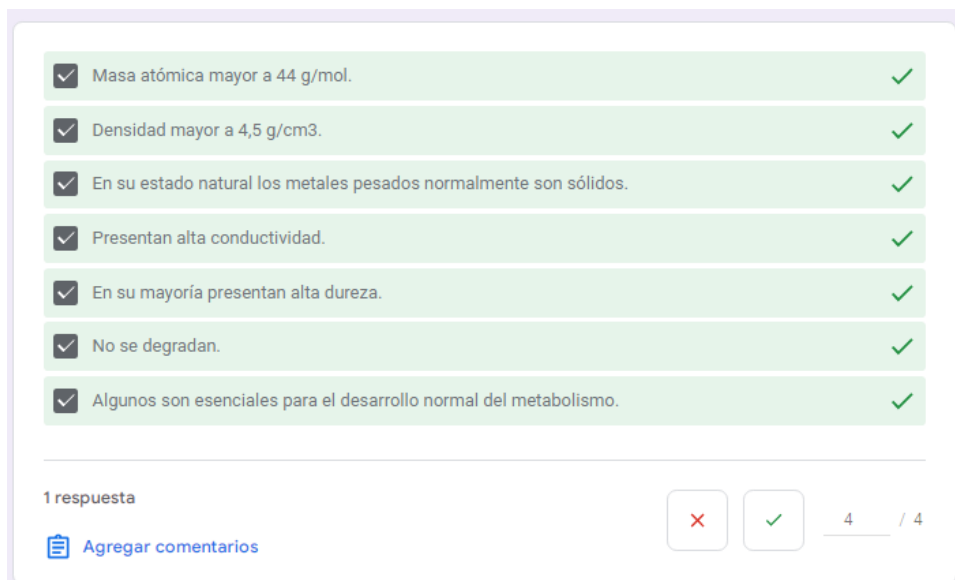


Foto 16: Respuesta excelente a la segunda pregunta de la prueba diagnóstica en Formulario de Google.

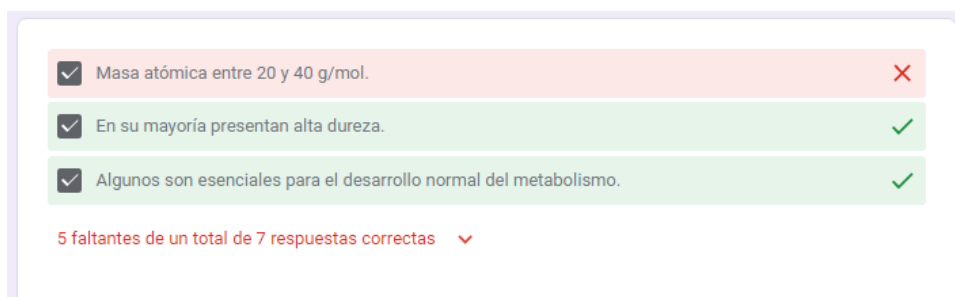


Foto 17: Respuesta insuficiente a la segunda pregunta de la prueba diagnóstica en Formulario de Google.

Pregunta 3. Características físicas y químicas manganeso.

En esta pregunta se evaluó la competencia identificar, analizando las ideas previas frente a la características físicas y químicas del manganeso, para ello se emplea un párrafo que menciona las características principales como: masa atómica, número atómico, punto de fusión y ebullición, abundancia, obtención, color, estados de oxidación y estabilidad del manganeso; el objetivo de la pregunta es completar los espacios en blanco del párrafo relacionando cada una de las características cualitativas y cuantitativas del manganeso. (ver foto 18)

3. Lea y complete el siguiente párrafo.

El metal pesado escogido para la adsorción y desorción en cáscara de naranja es manganeso. "El manganeso es el décimo segundo elemento más abundante, constituye el 0,10 % de la corteza terrestre" (Armijos, 2011), tiene una ____a____ de 54,938045 g/mol con ____b____ 25, ____c____ de 1246 °C y ____d____ de 2061 °C.

El metal se obtiene por reducción de óxido con sodio, magnesio, aluminio, o por electrólisis, es de ____e____ blanco grisáceo, se asemeja al hierro, pero es más duro y muy quebradizo. (Handbook of Chemistry and Physics, 2010).

El manganeso tiene cinco ____f____ siendo los principales: Mn²⁺, Mn³⁺, Mn⁴⁺, Mn⁶⁺ y Mn⁷⁺. El ión Mn²⁺ es la especie de manganeso más ____g____, pero puede oxidarse a estados de oxidación mayores debido al aumento del potencial. (Ipinza et al, 2007).

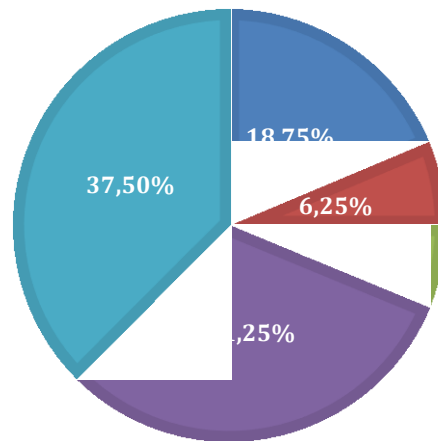
Foto 18: Tercera pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de características físicas y químicas del manganeso.

A partir del análisis de la respuesta de los estudiantes a esta pregunta, se identificó que 3 de los estudiantes no mencionaron ninguna de las características físicas y químicas del manganeso, indicando que aplican de forma deficiente la competencia científica identificar; 1 estudiante identificó 3 de las 7 características principales del manganeso, proyectando así que aplica de forma insuficiente la competencia identificar; 1 estudiante reconoció 5 de las 7 características principales del manganeso, estableciendo que aplica de forma aceptable la competencia identificar; 5 de los estudiantes mencionan 6 de las 7 características principales del manganeso, evidenciando que aplican de forma sobresaliente la competencia científica de identificar; finalmente, 6 estudiantes identificaron todas las características representativas y propuestas del manganeso, resaltando que aplican de forma excelente la competencia científica identificar. Se observa que la mayoría de los estudiantes relacionan y reconocen las características físicas y químicas del manganeso, pero no su estado más estable.

De acuerdo a lo anterior, se establecen que los estudiantes aplican la competencia identificar con un 18.75 % de forma deficiente, 6.25% Insuficiente, 6.25 aceptable, 31.25 % sobresaliente y 37.5 excelentes sobre un total de 16 estudiantes. (Ver gráfica 8).

APLICACIÓN DE COMPETENCIA IDENTIFICAR TERCERA PREGUNTA.

■ Deficiente ■ Insuficiente ■ Aceptable ■ Sobresaliente ■ Excelente



Gráfica 8. Resultados aplicación de competencia científica identificar, análisis tercera pregunta.
Fuente: Autoras

Pregunta 4. Presencia de manganeso en agua residual.

En esta pregunta se evaluó la competencia de indagar, identificar y explicar analizando las ideas previas de cada uno de los estudiantes; para ello se estableció un estudio de caso que relacionan las posibles consecuencias que tienen la acumulación de grandes cantidades de manganeso en el ambiente y posibles técnicas de análisis químico para determinar su concentración; la pregunta brinda información frente a la problemática que se puede llegar a obtener por la presencia de manganeso en agua residual, por medio de la personificación del rol como analista de calidad se pide mencionar técnicas de análisis para determinar la concentración de manganeso. (ver foto 19)

Manganeso en agua residual

El manganeso es un elemento esencial para la salud, ya que, el cuerpo humano contiene pequeñas cantidades de manganeso, que en condiciones normales el cuerpo las mantiene en cantidades adecuadas (ATSDR, 2000). De igual forma se presentan aspectos negativos de este metal, McFarland & Dozier (2001) establecen que el agua contaminada por manganeso tiene un sabor, olor y color indeseable, usualmente contiene bacterias que se alimentan del manganeso formando una baba de color café negro en los tanques de los inodoros que pueden tapar los sistemas de agua.

El jefe de laboratorio de una industria cerámica le pide a usted como analista determinar la concentración de manganeso del agua que sale como residuo de los procesos de coloración en cerámicas y vidrios.

4. ¿Qué técnica utilizaría usted para evaluar dicho parámetro? Y ¿por qué? *

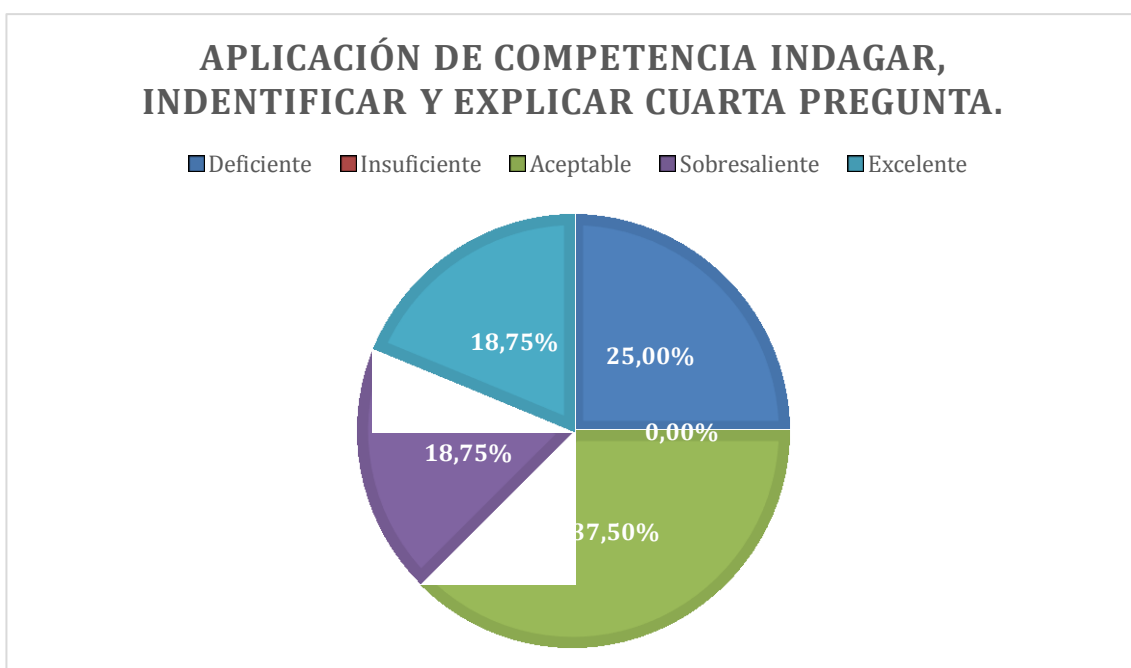
Texto de respuesta largo

Foto 19: Cuarta pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, presencia de manganeso en aguas residuales.

Fuente: Autoras

A partir de la respuesta de los estudiantes, se identificó que 4 estudiantes no mencionaron ninguna técnica de análisis para determinar concentración de manganeso en agua residual, por ello se establece que aplican de forma deficiente la competencia indagar, identificar y explicar; 6 estudiantes mencionan una técnica para determinar concentración de manganeso, pero no explican el principio, evidenciando que aplican de forma aceptable la competencia indagar, identificar y explicar; 3 estudiantes mencionan una técnica para determinar la concentración de manganeso, pero no especifican su principio de forma clara, estableciendo que aplican de forma sobresaliente las competencias indagar, identificar y explicar; por último, 3 estudiantes mencionan una técnica para determinar concentración de manganeso y explican su principio de forma clara, infiriendo que aplican de forma excelente las competencias científicas de indagar, identificar y explicar. La mayoría de los estudiantes asocian la técnica de espectroscopia como una técnica para determinar concentración de manganeso, pero no especifican el tipo de espectroscopia, por ende, se establece que no reconoce sus principios de funcionamiento.

Teniendo en cuenta el análisis anterior, se establece que los estudiantes aplican las competencias de indagar, identificar y explicar con un 25 % de forma deficientes, 37.5% aceptable, 18.75% sobresaliente y 18.75% excelente sobre el total de 16 estudiantes. (Ver gráfica 9)



Gráfica 9. Resultados aplicación de competencia científica indagar, identificar y explicar.
Análisis cuarta pregunta.
Fuente: Autoras

A continuación, se presenta un ejemplar de respuesta excelente a la cuarta pregunta (Ver foto 20) y de respuesta deficientes a la misma pregunta (ver foto 21).

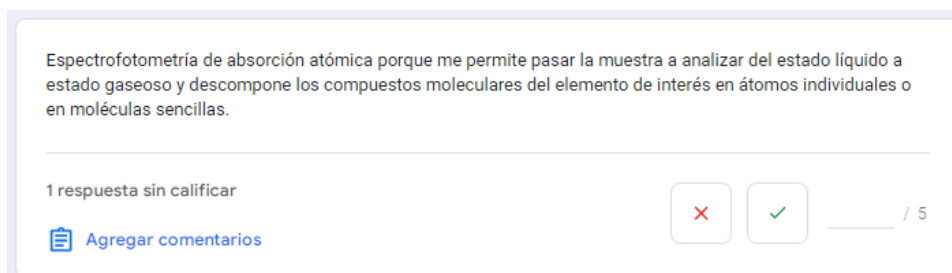


Foto 20: Respuesta excelente a cuarta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.
Fuente: Autoras.

no sabría cómo hacerlo

Agregar comentarios individuales

Foto 21: Respuesta deficientes a cuarta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.
Fuente: Autoras.

Pregunta 5. Preparación de solución Stock.

En esta pregunta se evaluó las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar, analizando las ideas previas que tiene cada estudiante acerca de conceptos y datos cuantitativos normalmente usados en la preparación de soluciones como: peso molecular, pureza, factor de dilución y solución stock. En esta pregunta se pide hacer uso de razonamiento matemático para la preparación de 250 ml una solución stock de manganeso divalente, a partir de una solución de sulfato de manganeso al 99% de pureza, adjuntado los cálculos realizados en formato pdf o imagen (ver foto 22).

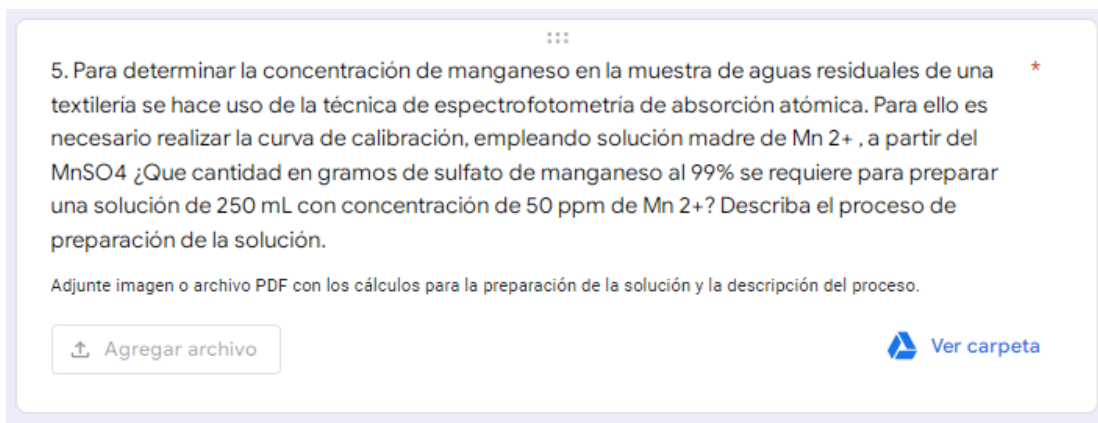


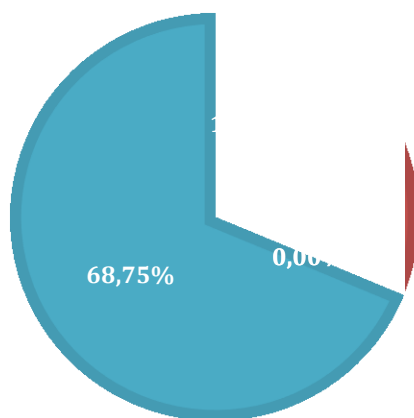
Foto 22: Quinta pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, preparación de solución stock.
Fuente: Autoras.

De acuerdo a la respuesta de los estudiantes, se identificó que 2 estudiantes no plantearon ningún proceso matemático para determinar la masa de Mn_2SO_4 necesaria para preparar la solución de Mn (II) a 50 ppm, además de no identificar el proceso de la preparación de solución, se establece que practican de forma deficiente las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar; 3 estudiantes realizaron los cálculos para la preparación de la solución, pero no relacionaron de forma correcta los datos relevantes para el desarrollo de este, se establece que aplican de forma insuficiente las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar; 11 estudiantes plantearon de forma correcta el proceso matemático y experimental para preparar la solución stock a condiciones establecidas, se concluyen que aplican de forma excelente la competencia de indagar, identificar, explicar y comunicar. Algunos de los estudiantes tienen presente los datos relevantes para preparar soluciones, pero no los relacionan de forma adecuada para determinar la cantidad necesaria de un reactivo.

A partir del análisis anterior, se observa que los estudiantes aplican las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar con un 12.5 % de forma deficientes, 18.75 % Insuficientes y 68,75 % de forma excelente sobre el total de 16 estudiantes. (Ver gráfica 10)

**APLICACIÓN DE COMPETENCIA INDAGAR,
IDENTIFICAR, EXPLICAR Y COMUNICAR QUINTA
PREGUNTA.**

■ Deficiente ■ Insuficiente ■ Aceptable ■ Sobresaliente ■ Excelente



Gráfica 10. Resultados aplicación de competencia científica indagar, identificar, explicar y comunicar. Análisis quinta pregunta.
Fuente: Autoras

A continuación, se presenta un ejemplar de respuesta excelente a la quinta pregunta (Ver foto 23) y de respuesta Insuficientes a la misma pregunta (ver foto 24).

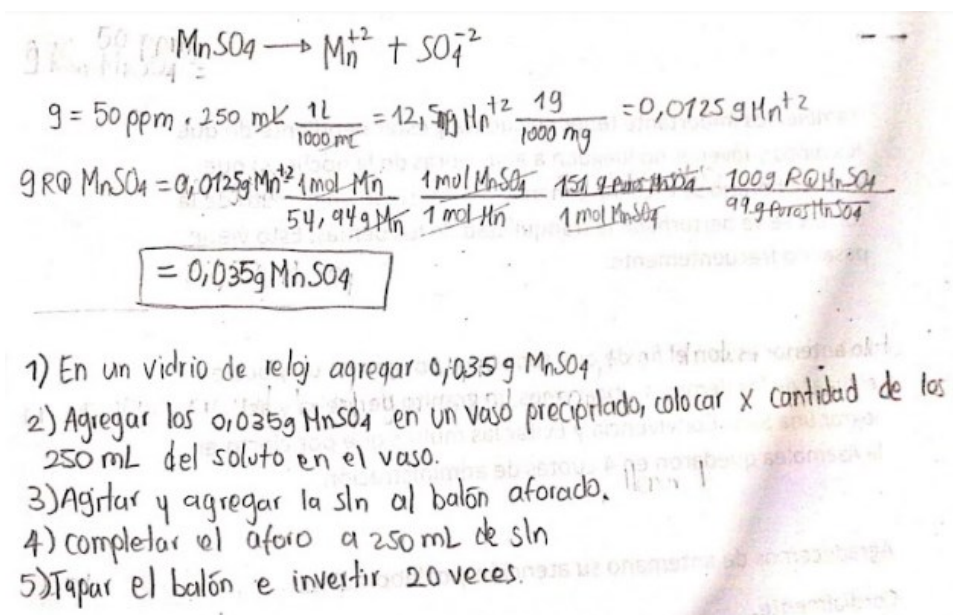


Foto 23: Respuesta excelente a quinta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.

Fuente: Autoras.

$$\text{MnSO}_4 \quad 5 \ln 250 \text{ mL}$$

$$50 \text{ ppm} \rightarrow \frac{\text{mg sto}}{\text{L soln}}$$

$$\text{mg sto} = \frac{50}{0,25} \cdot \frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}} \cdot \frac{99}{100} = 0,198 \text{ g MnSO}_4$$

Foto 24: Respuesta insuficiente a quinta pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.

Fuente: Autoras.

Pregunta 6. Preparación de diluciones patrón para la curva de calibración de manganeso.

En esta pregunta se evaluó las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar, analizando las ideas previas que tiene cada estudiante acerca de conceptos y datos cuantitativos normalmente usados en la preparación de diluciones patrón para curva de calibración como: factor de dilución, solución stock y Gráficas lineales. En esta pregunta se pide hacer uso de razonamiento matemático para la preparación 25 mL de 7 soluciones patrón de manganeso a concentraciones de 1,25, 2,5, 7,5, 12,5, 17,5, 25 y 27,5 ppm, destinadas para hacer la curva de calibración (ver foto 25).

6. ¿Qué volumen en mL de solución madre de Mn 2+ necesita para preparar soluciones patrón a *
1,25 - 2,5 - 7,5 - 12,5 - 17,5 - 25,0 y 27,5 ppm a 25 mL?

Adjunte imagen o archivo PDF con los cálculos para determinar la cantidad de volumen de la solución madre necesarios para preparar cada patrón.

[Ver carpeta](#)

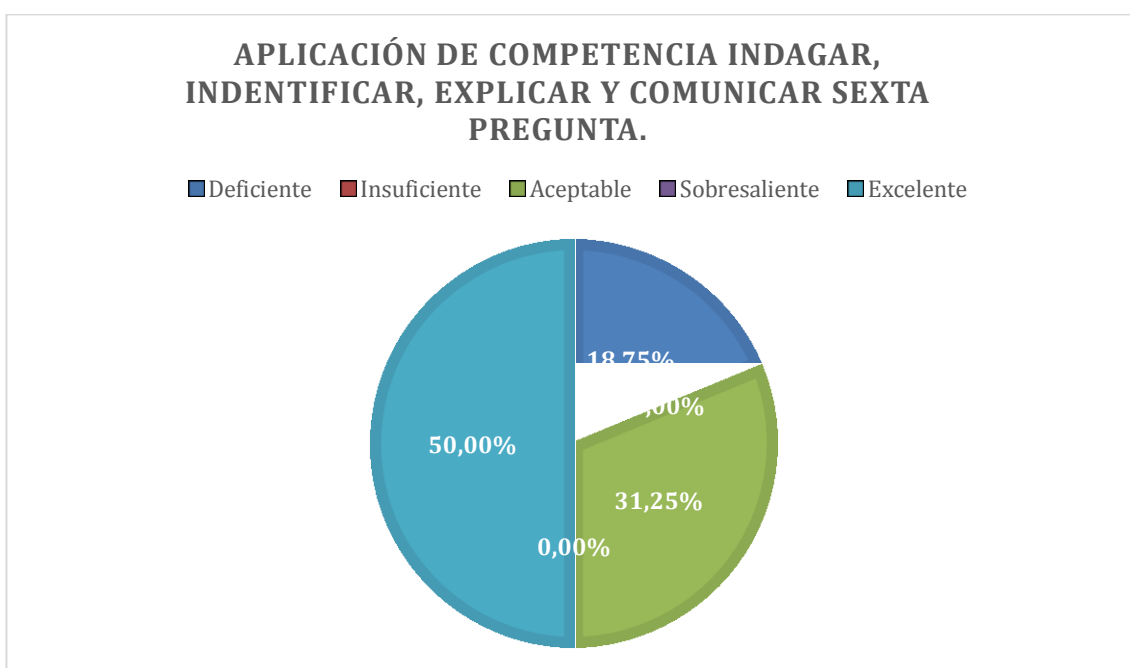
Foto 25: Sexta pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, Preparación de soluciones patrón,

Fuente: Autoras.

De acuerdo a los archivos adjuntos por los estudiantes, se identificó que 3 estudiantes no emplearon ningún proceso matemático para preparar las soluciones patrón a partir de la solución stock de la anterior pregunta, por ende, se deduce que aplican de manera deficientes las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar; 5 estudiantes desarrollan el proceso matemático comprendiendo el principio de disolución, pero no identifican los datos correspondientes o su relación entre concentración de solución stock y solución

patrón, se establece que aplican de forma aceptable las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar; por último, 8 de los estudiantes desarrollan el proceso matemático de forma correcta, haciendo uso adecuado de los conceptos y de los datos suministrados, por lo tanto se considera que aplican de forma excelente las competencias indagar, identificar, explicar y comunicar. La mayoría de los estudiantes identifican el factor de disolución a emplear, pero en algunos casos se presenta confusión en relación a datos e información.

A partir de los resultados analizados anteriormente, se establece que los estudiantes aplican las competencias indagar, identificar, explicar y comunicar con un 18.75% de forma deficientes, 31.25% de forma aceptable y 50% excelente sobre el total de 16 estudiantes. (Ver gráfica 11)



Gráfica 11. Resultados aplicación de competencia científica indagar, identificar, explicar y comunicar. Análisis sexta pregunta.

Fuente: Autoras

A continuación, se presenta un ejemplar de respuesta excelente a la sexta pregunta (Ver foto 26) y de respuesta aceptable a la misma pregunta (ver foto 27).

$$\begin{aligned}
 &P_1 \\
 &V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1} = \frac{25 \text{ mL} \cdot 1,25 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} = 0,625 \text{ mL} \\
 &P_2 \\
 &V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1} = \frac{25 \text{ mL} \cdot 2,5 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} = 1,25 \text{ mL} \\
 &P_3 \\
 &V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1} = \frac{25 \text{ mL} \cdot 7,5 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} = 3,75 \text{ mL} \\
 &P_4 \\
 &V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1} = \frac{25 \text{ mL} \cdot 12,5 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} = 6,25 \text{ mL} \\
 &P_5 \\
 &V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1} = \frac{25 \text{ mL} \cdot 17,5 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} = 8,75 \text{ mL} \\
 &P_6 \\
 &V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1} = \frac{25 \text{ mL} \cdot 25 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} = 12,5 \text{ mL} \\
 &P_7 \\
 &V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1} = \frac{25 \text{ mL} \cdot 27,5 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} = 13,75 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

Foto 26: Respuesta excelente a sexta pregunta de la prueba diagn3stica en Formularios de Google.

Fuente: Autoras.

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times C_2}{C_1}$$

$$1) V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 1,25 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} = 0,31 \text{ ml}$$

$$2) V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 2,5 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} = 0,62 \text{ ml}$$

$$3) V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 7,5 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} = 1,9 \text{ ml}$$

$$4) V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 12,5 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} = 3,12 \text{ ml}$$

$$5) V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 17,5 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} = 4,4 \text{ ml}$$

$$6) V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 25,0 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} = 6,2 \text{ ml}$$

$$7) V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 27,5 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} = 6,9 \text{ ml}$$

Foto 27: Respuesta aceptable a sexta pregunta de la prueba diagn3stica en Formularios de Google.

Fuente: Autoras.

Pregunta 7. An3lisis de Gr3ficas lineales

En esta pregunta se evalu3 las competencias cient3ficas de Indagar e identificar, analizando las ideas previas que tiene los estudiantes frente a la t3cnica de an3lisis de espectroscopia de absorci3n at3mica, a partir de una pregunta de opci3n m3ltiple, en el que se le pide al estudiante seleccionar la gr3fica que represente de forma correcta la relaci3n entre las variables de concentraci3n y absorbancia que se presenta en la tabla adjunta para el desarrollo de la curva de calibraci3n anexa al m3todo de an3lisis espectrofotometr3a de absorci3n at3mica, para ello es necesario identificar la variable dependiente e independiente. (ver foto 28)

Al realizar la lectura de las soluciones patrón en el espectrofotómetro de absorción atómica se obtienen los siguientes resultados.

Muestra	Concentración de Mn^{2+} ppm	Absorbancia
Blanco	0	0,0035
1	1,25	0,2000
2	2,5	0,2588
3	7,5	0,4101
4	12,5	0,5918
5	17,5	0,7670
6	25,0	0,9500
7	27,5	1,0362
Problema	-----	0.4948

Tabla 1: Tabla de resultados análisis de Mn^{2+}

7. A partir de los resultados obtenidos al aplicar la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, desarrolla el tratamiento de datos correspondiente y seleccione la gráfica correspondiente a la calibración de dicho método.

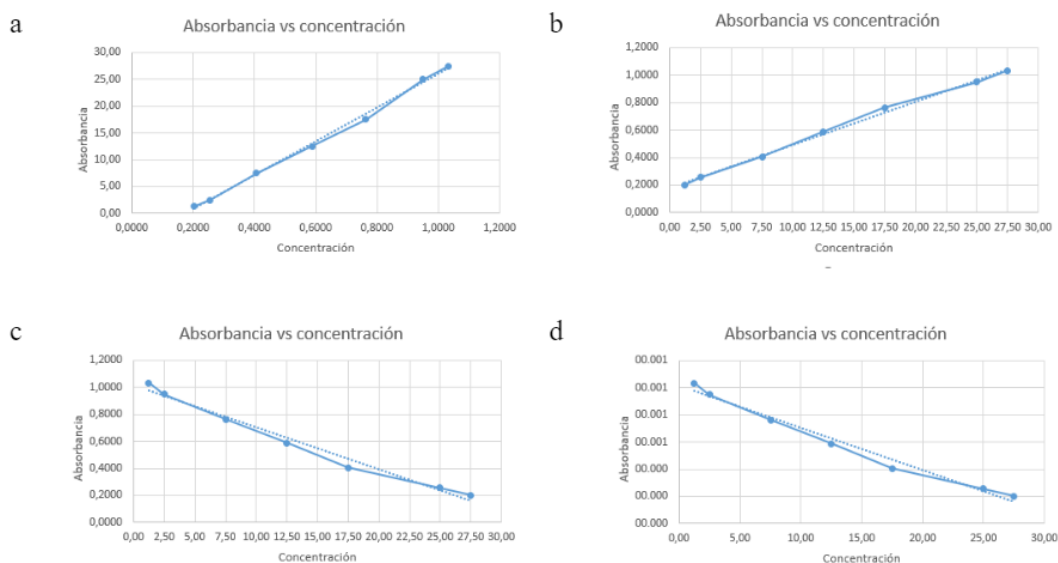
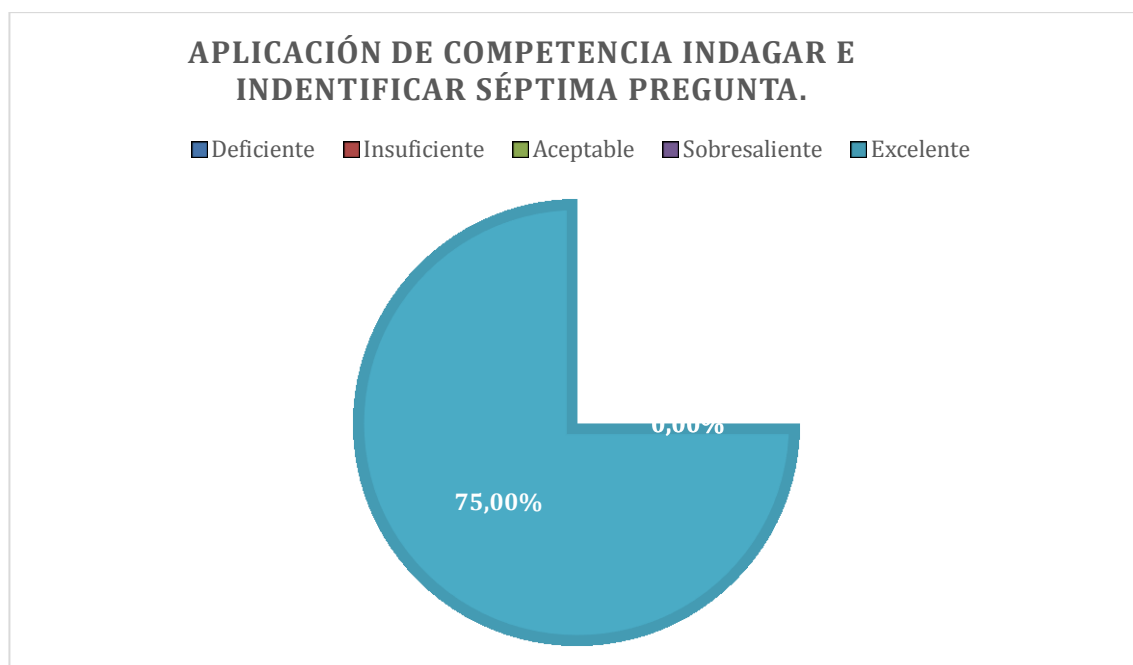


Foto 28: Séptima pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, Preparación de soluciones patrón,
Fuente: Autoras.

De acuerdo a la respuesta dadas por lo estudiantes, se identificó que 3 estudiantes no dieron respuesta a la pregunta, en el que se solicitaba seleccionar la gráfica que mejor representa la relación entre variables involucradas en el análisis espectrofotométrico de absorción atómica como: concentración de analito y absorbancia, por ende, se deduce que aplican de manera deficiente la competencia indagar e identificar; 1 estudiante tuvo presente las dos variables involucradas, pero no su proporcionalidad, ni sus características dependientes e independientes, se establece que aplica de manera insuficiente las competencias de indagar e identificar; por último, 12 estudiantes seleccionaron la opción correcta relacionando e identificando las variables dependiente e independiente, por lo tanto, se establece que aplican de forma excelente las

competencias indagar e identificar. La mayoría de los estudiantes identifican las variables dependiente e independiente involucradas en el proceso y su relación.

De acuerdo al análisis anterior se identifica que los estudiantes aplican las competencias indagar e identificar con un 18,75% de forma deficiente, 6,25% insuficiente y un 75% excelente para un total de 16 estudiantes. (Ver gráfica 12).



Gráfica 12. Resultados aplicación de competencia científica indagar e identificar. Análisis séptima pregunta.
Fuente: Autoras

Pregunta 8. Determinación concentración de manganeso en la muestra problema haciendo uso de la curva de calibración.

En esta pregunta se evaluó las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar, analizando las ideas previas que tiene cada uno de los estudiantes frente al método de análisis de espectrofotometría de absorción atómica, haciendo uso de la curva de calibración y su debido razonamiento químico y matemático. Se pide que los estudiantes determinen la concentración de manganeso en la muestra problema a partir de la curva de calibración, realizando los cálculos correspondientes empleando la linealidad de la recta, la pendiente y su intercepto.

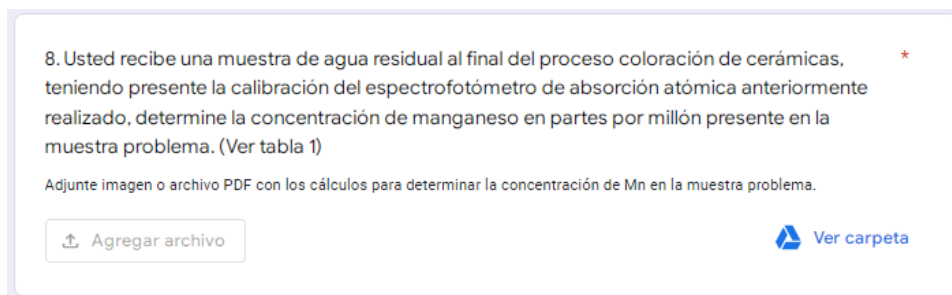


Foto 29: Octava pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, presencia de manganeso en aguas residuales.

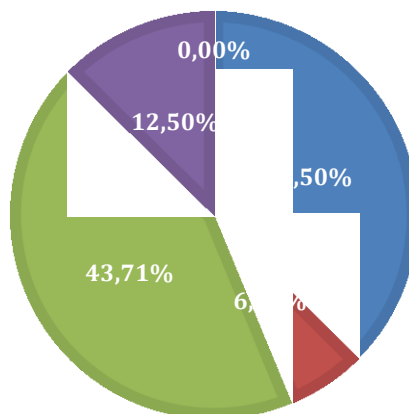
Fuente: Autoras

Teniendo presente las respuestas dadas para la pregunta 8 se identificó que 6 estudiantes no emplearon el proceso matemático requerido para determinar la concentración de manganeso a partir de la lectura de absorbancia de las soluciones patrón y la muestra, empleando el método de espectroscopia de absorción atómica, por dicho motivo se considera que aplican de forma deficiente las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar; 1 estudiante no hizo uso de la información que se le estaba proporcionando para dar respuesta a la pregunta dando una respuesta errónea, por ende aplica de manera insuficiente las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar; 7 estudiantes no emplearon la curva de calibración como método para determinar la concentración de manganeso, pero si establecieron relación entre la técnica de espectroscopia de absorción atómica y la ley de Beer Lambert para dar respuesta, por ende se considera que aplicaron de forma aceptable las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar; 2 estudiantes emplearon la curva de calibración para determinar la concentración de manganeso teniendo presente la linealidad, la pendiente y el intercepto, pero no tuvieron en cuenta el blanco para descartar las impurezas presentes en las lecturas, se considera que aplicaron de forma sobresaliente las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar.

Del análisis de resultados se identifica que los estudiantes aplican las competencias indagar, identificar, explicar y comunicar con un 37,5% de forma deficiente, 6.25 % insuficiente, 43.71% aceptable y 12.5% sobresaliente sobre el total de 16 estudiantes. (Ver gráfica 13).

APLICACIÓN DE COMPETENCIA INDAGAR, IDENTIFICAR, EXPLICAR Y COMUNICAR OCTAVA PREGUNTA.

■ Deficiente
 ■ Insuficiente
 ■ Aceptable
 ■ Sobresaliente
 ■ Excelente



Gráfica 13. Resultados aplicación de competencia científica indagar, identificar, explicar y comunicar. Análisis octava pregunta.
Fuente: Autoras

A continuación, se presenta un ejemplar de respuesta sobresaliente a la sexta pregunta (Ver foto 30) y de respuesta aceptable a la misma pregunta (ver foto 31).

$$y = 0,0316x + 0,1789$$

$$x = \frac{y - 0,1789}{0,0316}$$

$$x = \frac{0,4948 - 0,1789}{0,0316} = 10$$

Muestra	Concentración Mn2- ppm	Absorbancia
Blanco	0	0,0035
1	1,25	0,2000
2	2,5	0,2588
3	7,5	0,4101
4	12,5	0,5918
5	17,5	0,767
6	25	0,9500
7	27,5	1,0362
Problema	10	0,4948

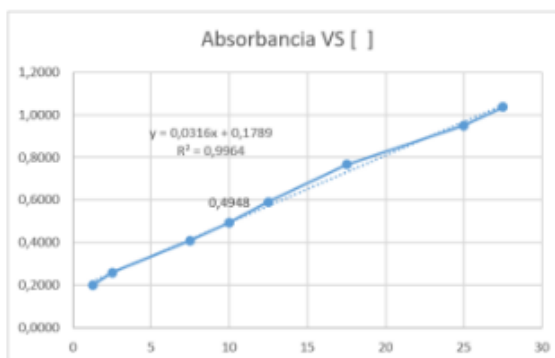


Foto 30: Respuesta sobresaliente a octava pregunta de la prueba diagnóstica en Formularios de Google.

Fuente: Autoras.

Ley de Beer-Lambert
 $A = \epsilon \cdot b \cdot C$
 $C = \frac{A}{\epsilon \cdot b}$
 $C = \underline{0,4948}$
NO SE CONOCE LA LONGITUD DEL RECORRIDO Y LA ABSORTIVIDAD MOLAR.

Foto 31: Respuesta Aceptable a octava pregunta de la prueba diagn3stica en Formularios de Google.

Fuente: Autoras.

Pregunta 9. Concepto bioadsorci3n.

En esta pregunta se evalu3 las competencias de indagar e identificar, analizando las ideas previas de cada uno de los estudiantes con relaci3n al concepto de bioadsorci3n, a partir de una pregunta de opci3n m3ltiple donde se expone la definici3n de un concepto en la cual los estudiantes deben identificar la palabra que representa dicha definici3n; entre las opciones se encuentran conceptos como desorci3n, filtraci3n por membrana, 3smosis y bioadsorci3n (ver foto 32).

9. Es la capacidad que tienen algunos materiales de origen biol3gico para ligar iones inorg3nicos a la superficie de la pared celular o membrana en un proceso de equilibrio (Escobedo, 2018). *

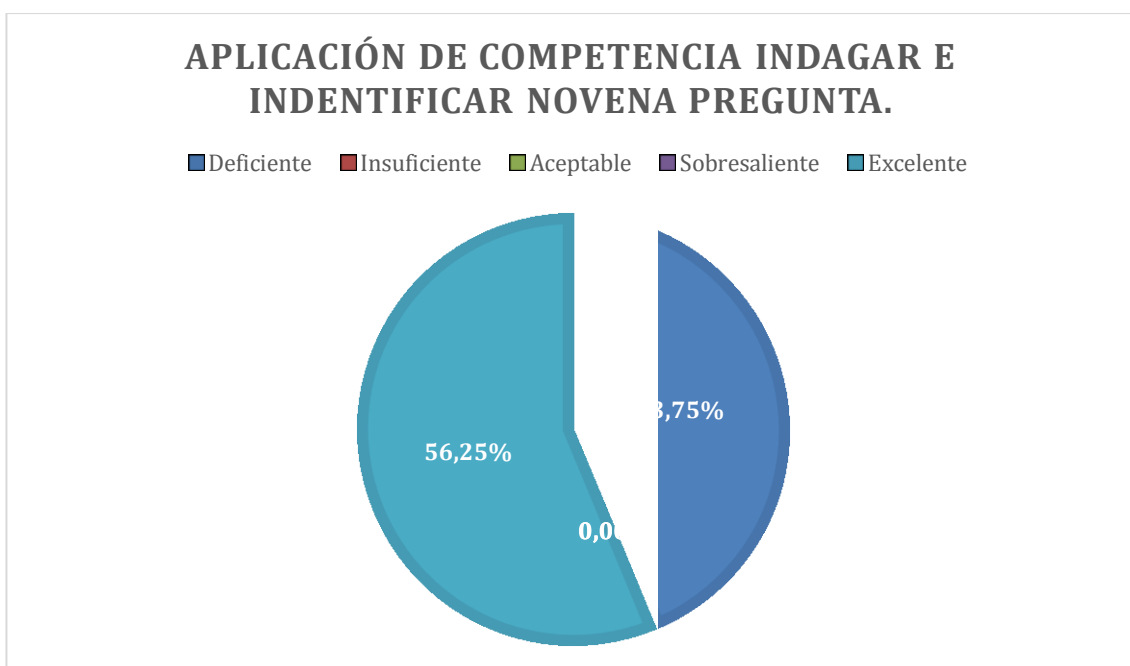
- A. Desorci3n.
- B. Filtraci3n por membrana.
- C. Osmosis.
- D. Bioadsorci3n.

Foto 32: Novena pregunta prueba diagn3stica en Formularios de Google, identificaci3n de concepto de adsorci3n.

Fuente: Autoras

Analizando la respuesta dada por los estudiantes a la pregunta 9, se identificó que 7 estudiantes no reconocen el concepto de bioadsorción o no comprenden la diferencia entre las técnicas de extracción físicas y químicas, por ende, aplican de forma deficiente las competencias de indagar e identificar; por último, 9 estudiantes identifican el concepto de bioadsorción y lo relacionan con técnicas de extracción físicas, se establece que aplican de manera excelente las competencias de indagar e identificar.

Teniendo presente los resultados anteriormente expuestos se evidencia que los estudiantes aplican las competencias de indagar e identificar con un 43,75% de forma deficiente y un 56,25 % de forma excelente, para un total de 16 estudiantes. (Ver gráfica 14)



Gráfica 14. Resultados aplicación de competencia científica indagar e identificar. Análisis novena pregunta.
Fuente: Autoras

Pregunta 10. Concepto desorción.

En esta pregunta se evaluó las competencias de indagar e identificar reconociendo las ideas previas de cada uno de los estudiantes en relación al concepto de desorción como técnica de extracción de componentes deseados, para ello se define el principio de esta técnica y se pide identificar entre las opciones múltiples el concepto que representa la definición (ver foto 33).

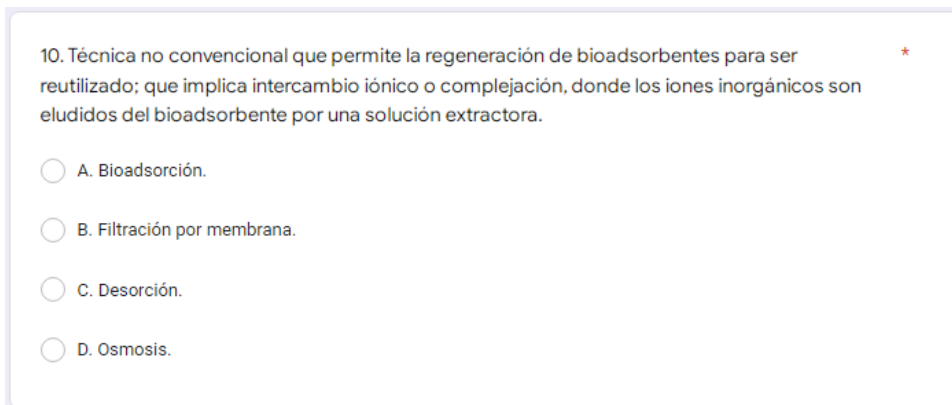
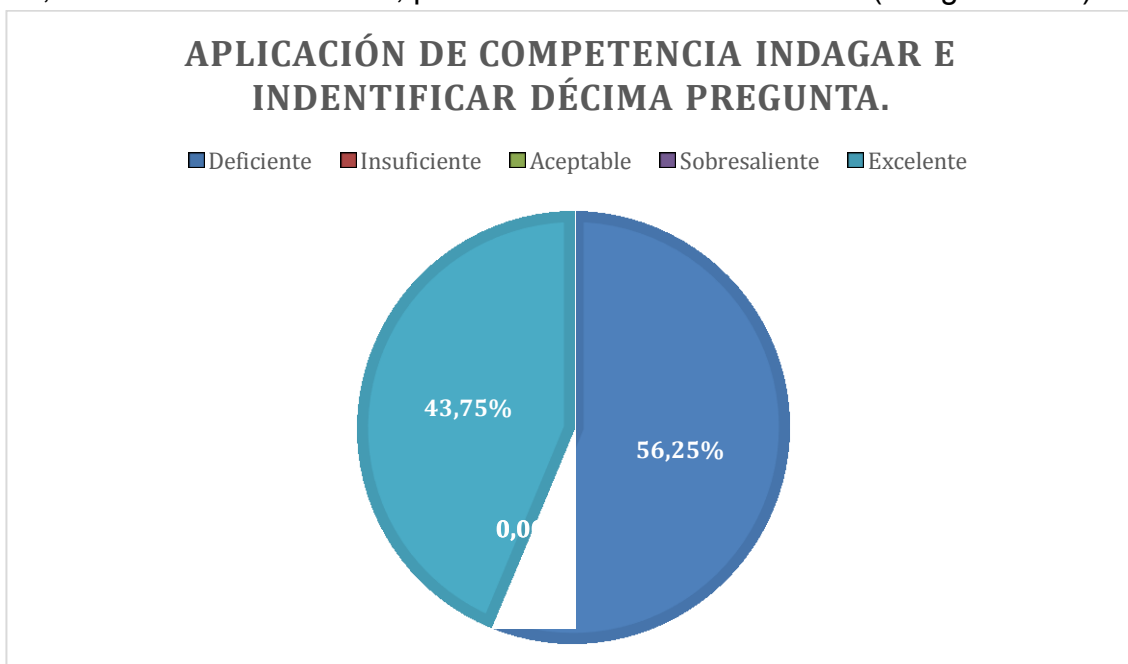


Foto 33: Decima pregunta prueba diagnóstica en Formularios de Google, identificación de concepto de desorción.
Fuente: Autoras

A partir de las respuestas de los estudiantes a la pregunta 10, se establece que 9 de los estudiantes no reconocen el concepto de desorción y lo confunde con otras técnicas de extracción física y química, por lo tanto, se considera que aplican de forma deficiente las competencias de indagar e identificar; 7 estudiantes reconocen el concepto de adsorción y saben diferenciar técnicas de extracción físicas y químicas, por ende se establece que aplican de manera excelente las competencias de indagar e identificar.

De acuerdo a lo anterior se establece que los estudiantes aplican las competencias de indagar e identificar con un 56,25% de forma deficiente y un 43,75% de forma excelente, para un total de 16 estudiantes. (Ver gráfica 15)



Gráfica 15. Resultados aplicación de competencia científica indagar e identificar. Análisis décima pregunta.
Fuente: Autoras

En la tabla 19 se presenta un consolidado del análisis de resultados de la prueba diagnóstica.

Pregunta	Tema	Competencia a evaluar	Valoración	Porcentaje
1	Características físicas y químicas para análisis de aguas residuales.	Indagar Identificar	Excelente	0
			Sobresaliente	37,5
			Aceptable	25
			Insuficiente	18.75
2	Característica físicas y químicas de metales pesados.	Indagar e identificar	Excelente	6.25
			Sobresaliente	12.5
			Aceptable	43.75
			Insuficiente	12.5
3	Características físicas y químicas manganeso.	Identificar	Excelente	37.5
			Sobresaliente	31.25
			Aceptable	6.25
			Insuficiente	6.25
4	Presencia de manganeso en agua residual	Indagar, identificar y explicar	Excelente	18.75
			Sobresaliente	18.75
			Aceptable	37.5
			Insuficiente	0
5	Preparación de solución Stock	Indagar, identificar, explicar y comunicar	Deficientes	25
			Excelente	68.75
			Sobresaliente	0
			Aceptable	0
6	Preparación de diluciones patrón para la curva de calibración de manganeso.	Indagar, identificar, explicar y comunicar	Insuficiente	18.75
			Deficiente	12.5
			Excelente	50.00
			Sobresaliente	0
7	Análisis de Gráficas lineales.	Indagar e identificar	Aceptable	0
			Insuficiente	6.25
			Deficiente	18.75
			Excelente	75
8	Determinación concentración de manganeso en la muestra problema haciendo uso de la curva de calibración.	Indagar, identificar, explicar y comunicar	Insuficiente	6.25
			Deficiente	37.5
			Excelente	0
			Sobresaliente	12.5
9	Concepto bioadsorción	Indagar e identificar	Aceptable	0
			Sobresaliente	0
			Excelente	56.25

		Insuficiente	0
		Deficiente	43.75
	Concepto desorción	Excelente	43.75
	Indagar e identificar	Sobresaliente	0
10		Aceptable	0
		Insuficiente	0
		Deficiente	56.25

Tabla 19: Evaluación de prueba diagnóstica con estudiantes de Métodos de Análisis Químico I
Fuente: Autoras

6.3.2 Retroalimentación de prueba diagnóstica.

En este apartado se diseñó, se aplicó y sustentó una presentación mediada por la plataforma Canva (ver anexo 7) para el grupo de 16 estudiantes de Métodos de Análisis Químico I, semestre 2022-1 de la Universidad Pedagógica Nacional; en la cual se tuvieron presente los conceptos aplicados en la prueba diagnóstica del apartado 6.3.1; entre estos conceptos están las características fisicoquímicas de los metales pesados y manganeso, diagrama de Pourbax del manganeso, presencia del manganeso en el ambiente (beneficios y perjuicios), técnicas de remoción de metales pesados convencionales y no convencionales, composición de la cáscara de naranja, técnicas de análisis químico como espectroscopia Infrarroja y espectroscopia de absorción atómica, diferencia entre los métodos de absorción, adsorción y desorción; además se dio a conocer los ensayos experimentales realizado y los resultados obtenidos en el tratamiento y caracterización de la materia prima, determinación de condiciones óptimas para el proceso de adsorción de manganeso en la cáscara de naranja (CN) Valencia.

En la sección de metales pesados se compartió con los estudiantes las características fisicoquímicas de metales pesados como: masa atómica, densidad, conductividad, potencial para causar toxicidad, mecanismos de toxicidad, incapacidad para la degradación en el medio ambiente, procesos de bioacumulación y biomagnificación; para la sección de propiedades del manganeo se plantean las características fisicoquímicas como masa atómica, numero atómico, punto de fusión, punto de ebullición, apariencia, estados de oxidación y estabilidad de sus estados de oxidación según diagrama de Pourbax; En la parte de manganeso en el ambiente se resaltó los beneficios que trae este en su función como antioxidante, su importancia en el metabolismo, desarrollo ósea y curación de heridas, así mismo se compartió sus perjuicios en relación con su toxicidad; En técnicas de remoción de metales pesados se sustentaron los métodos convencionales y no convencionales para la remoción de contaminantes de aguas residuales como: filtración por membrana, osmosis, adsorción, desorción entre otras; para compartir la composición de la cáscara de

naranja se expone su porcentaje en carbohidratos como celulosa, pectina, hemicelulosa y lignina, porcentaje de cenizas, fibra, grasas y proteínas.

En técnicas de análisis como espectroscopia se sustentó el momento dipolar que presentan las partículas, al recibir la absorción de luz en las diferentes regiones del espectro y su respectiva transmitancia acorde a las características de los elementos o compuestos, se habló específicamente del principio teórico de la espectroscopia infrarroja y de absorción atómica; en seguida se mencionó la diferencia entre los procesos de absorción, adsorción y desorción, resaltando la diferencia entre comportamiento que técnicas tienen comportamiento físico y que técnicas tiene características químicas.

Por último, se compartió con los estudiantes los resultados obtenidos en los ensayos experimentales realizados para determinar condiciones óptimas, como pH, tamaño de partícula, cantidad de CN, tiempo contacto, acidificante, cinética de adsorción y grados de maduración, empleando el método de absorción atómica como método de análisis para determinar las concentraciones de manganeso al finalizar cada uno de los ensayos experimentales y el porcentaje de adsorción; para el análisis con espectrofotometría de absorción atómica, se presenta la concentración y absorbancia de las soluciones patrón, la linealidad, el intercepto y la pendiente entre la gráfica lineal de las dos variables anteriormente mencionadas, también se sustentó el procedimiento matemático a seguir para determinar la concentración de manganeso en cada uno de los ensayos experimentales.

Al finalizar la presentación se abrió una sesión de preguntas en las que algunos estudiantes realizaron preguntas como:

- ¿Porque para determinar el pH óptimo de adsorción de manganeso, se realiza los ensayos a un rango de pH entre 0 y 4?
- ¿Por qué se usa cáscara de naranja como biosorbente?
- ¿En qué situación industriales se puede emplear este método de extracción de metales pesados? Y ¿qué beneficios trae para la corporación industrial que lo usa y la sociedad?
- ¿Es posible reutilizar la cascara de naranja para realizar de nuevo la adsorción? ¿Cuántas veces? Y ¿Qué proceso se debe seguir para ello?
- ¿Por qué para la calibración del espectrofotómetro de absorción atómica, se usan soluciones patrón a ese rango de concentración?
- ¿Cuál es la diferencia en uso del método espectrofotometría de absorción atómica y el de IR?

6.4 Resultados Fase 4. Trabajo práctico de laboratorio, informe y sustentación de resultados.

6.4.1 Trabajo practico de laboratorio.

En esta fase se realizó el trabajo practico de laboratorio (TPL) desorción de manganeso presente en la cascara de naranja previamente contaminada en el ítem 6.2.3.5, el TPL fue implementado con los estudiantes de Métodos de Análisis Químico (I) de la Universidad Pedagógica Nacional (Ver foto 34), siguiendo el procedimiento planteado en el anexo 8.

El TPL desorción de manganeso presente en la cascara de naranja, se realizó empleando cinco soluciones extractores diferentes de tipo acidas, básicas y neutras, entre ellas HCl, H₂SO₄, EDTA, NaOH y Ca(NO)₂ a concentraciones 0,1 M; estas soluciones se repartieron por grupo de trabajo de laboratorio, en la que cada grupo preparó 25 mL de la solución extractora correspondiente, teniendo presente conceptos como dilución, masa atómica, porcentaje de pureza del reactivo químico y densidad necesarios para aplicar debidamente el proceso matemático y determinar cantidad de reactivo químico (ver foto 35).

La concentración de manganeso final en cada una de las soluciones extractoras después de aplicar el proceso de desorción de manganeso presente en la cáscara de naranja, se determinó por método espectrofotometría de absorción atómica, para la cual fue necesario realizar la curva de calibración empleando soluciones patrón de 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 ppm, que fueron preparadas por cada grupo de laboratorio partiendo de la concentración de la solución stock a 100 ppm y los cálculos correspondientes para preparar cada uno de estos. (ver foto 35)



Foto 34: Estudiantes del grupo de Métodos de Análisis Químicos I, 2022-1.
Fuente: Autoras



Foto 35: Soluciones extractoras HCl, H₂SO₄, EDTA, NaOH y Ca(NO₃)₂ y soluciones Patrón 0,25, 0,5, 1, 1,5, 2 y 3 ppm preparadas por los estudiantes.
Fuente: Autoras

En el TPL se evaluó la competencia científica de trabajo en equipo siguiendo los criterios de evaluación expuesto en el anexo 6, teniendo presente participación en discusiones, respeto a la opinión de los demás, responsabilidad, puntualidad,

trabajo individual y trabajo en grupo durante el desarrollo de la práctica de laboratorio y su socialización.

Con base en la observación de los estudiantes durante la practica experimental y su participación en las demás actividades, se considera que 7 estudiantes aplican de forma excelente la competencia científica de trabajo en equipo, participando activamente en las discusiones, respetando la opinión de sus demás compañeros, participando de manera responsable en cada una de fases de trabajo practico, presentando puntualmente los cálculos necesarios para la práctica de laboratorio y la preparación de soluciones patrón y muestra problema, finalmente el apoyo mutuo entre compañeros durante el desarrollo de cada una de las actividades; 9 estudiantes aplican de forma sobresaliente la competencia de trabajo en equipo, ya que participan de vez en cuando en discusiones, aceptan responsabilidades específicas y cumplen a cabalidad con ella aunque no sea oportunamente, trabaja de manera individual y en grupo en algunas ocasiones. Los estudiantes presentaron un buen manejo de laboratorio y seguimiento de instrucciones de manera puntual, se observó mutuo apoyo entre integrantes por grupos de laboratorio y sus demás compañeros, además de relacionar el fundamento teórico abordado en la retroalimentación (ver aparatado 6.3.2).

De acuerdo a lo anterior los estudiantes aplican la competencia científica de trabajo en equipo con un 43.75% en forma excelente y un 56.25% en forma sobresaliente, sobre un total de 16 estudiantes.

6.4.2 Informe y sustentación de resultados del TPL.

En esta fase los estudiantes realizaron el informe y la sustentación de los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio desorción de Manganeso (II) presente en la CN Valencia contaminada por adsorción, cada uno de los grupos de laboratorio realizaron el informe de los resultados obtenidos en la desorción de manganeso con sus respectivas soluciones extractoras, cada informe debe contar con el procedimiento que se llevó a cabo para preparar las solución extractora correspondiente y las soluciones patrón para la curva de calibración del método espectroscopia de absorción atómica, una tabla de resultados que cuente con la concentración de manganeso en soluciones patrón y su absorbancia, una segunda tabla que disponga concentración de Mn (II) inicial presente en la CN Valencia antes de la desorción pero después de la adsorción, solución extractora empleada, concentración de solución extractora, absorbancia, absorbancia corregida, concentración de Mn (II) presente en cada una de las diluciones realizadas después de la desorción, concentración de Mn

(II) en cascara de naranja después de la desorción, porcentaje de desorción y cascara de naranja contaminada con Mn (II) después de desorción; los correspondientes cálculos para determinar cada uno de los datos que se contienen las tablas anteriormente mencionadas; el respectivo análisis de los resultados obtenidos, en el que debe incluir el mecanismo de reacción Mn (II) y solución extractora, tratamiento de datos y grupos funcionales que llegaron a identificar en el análisis del espectro IR, resaltando las señales relevantes, ubicación exacta y la justificación a la que llega dicho fenómeno; por último, las conclusiones sobre el fenómeno de desorción, análisis por espectrofotometría de absorción atómica e IR.

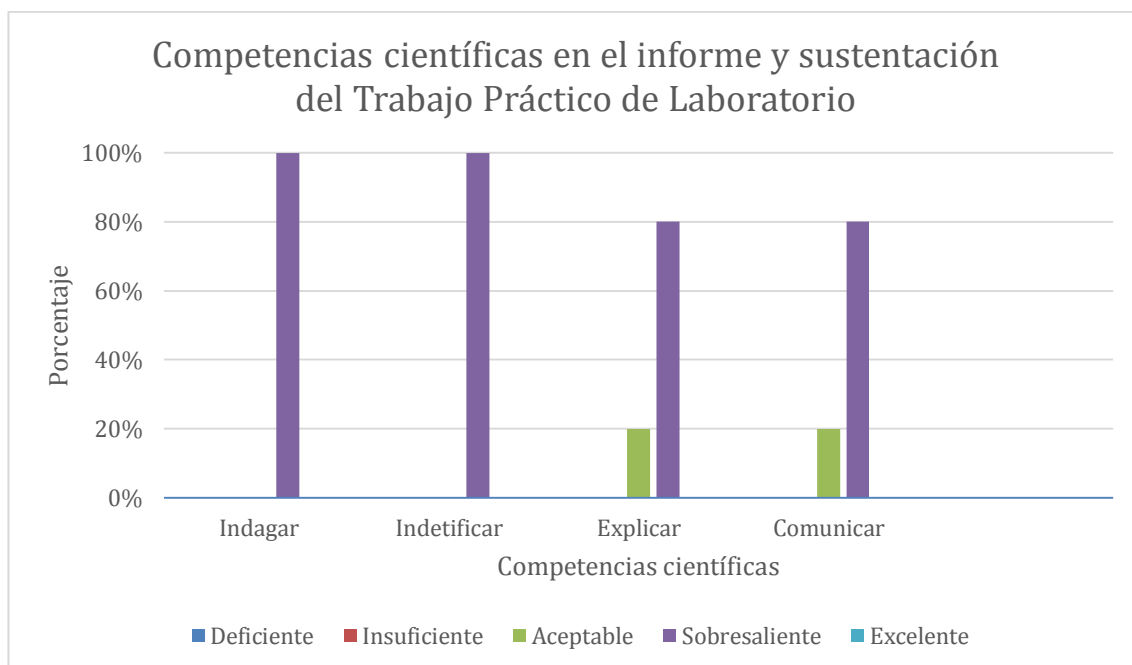
Para la sustentación de los resultados obtenidos en el ensayo experimental y observaciones, se dejó a disposición de los estudiantes tomar la técnica didáctica de su gusto, cada grupo sustentó una técnica de análisis empleada en la práctica experimental, donde se expuso el principio del método de análisis, fundamento teórico relevante, resultados obtenidos, cálculos relevantes, relación entre las dos técnicas de análisis, análisis de resultados y observaciones; finalmente, las conclusiones de la practica experimental.

En el desarrollo del informe de laboratorio y sustentación de análisis de resultados, se evaluó las competencias científicas indagar, identificar, explicar y comunicar siguiendo la matriz de evaluación expuesto en el anexo 6, para la competencia indagar se tiene presente el seguimiento adecuado de instrucciones, uso adecuado de material de laboratorio, recolección apropiada de datos, uso de fuentes teóricas para dar explicación al fenómeno de desorción, organización de información relevante para responder preguntas, formulación de preguntas sobre los fenómenos de adsorción y desorción, diseño de Gráficas a partir de la información recogida y resolución de problemas de lápiz y papel; en la competencia identificar se tiene en cuenta la comprensión del concepto adsorción y desorción resaltando sus diferencias experimentales y conceptuales, la observación y descripción del fenómeno de adsorción y desorción, análisis e identificación de Gráficas que relaciona adecuadamente las variables concentración de Mn (II) vs absorbancia y numero de onda vs % transmitancia, la identificación y descripción que da frente a la interacción de los iones involucrados en el fenómeno de desorción; en la competencia explicar se toma en cuenta las razones que se da a las observaciones y resultados, los argumentos lógicos y propositivos del fenómeno de desorción, la relación que da entre causa y efecto, el uso de ideas y técnicas matemáticas y la explicación que da al fenómeno de desorción utilizando representaciones conceptuales; por último, en la competencia comunicar se tiene presente el uso adecuado del lenguaje científico, el uso de conceptos para analizar observaciones y trabajo

práctico de laboratorio, el orden de la información, comprensión de textos científicos y la comunicación de ideas en forma oral y escrita.

A partir del análisis de informes de laboratorio y de la sustentación realizada por los grupos de estudiantes, se evidenció que la mayoría de los grupos de laboratorio, aplican de forma sobresaliente las competencias de indagar e identificar, ya que en sus trabajos cumplen a cabalidad con la mayoría de los criterios de evaluación; para la competencia de explicar se encontró que solo uno de los grupos la desarrollan de forma aceptable, debido a que no fueron explícitos en la explicación de los grupos funcionales, ni de los fenómenos de absorción y desorción, mientras que los 4 grupos restantes aplicaron de forma sobresaliente la competencia indagar, ya que se aproximan a plantear de manera lógica una idea que explique el sentido del trabajo práctico de laboratorio; finalmente, para la competencia comunicar se establece que solo uno de los grupos la aplica de forma aceptable, puesto que presentaron confusiones en las ideas expuestas para el desarrollo de los trabajos, a diferencia de los 4 grupos restantes que expusieron sus ideas de forma clara y concisa, aunque con algunas dificultades en el lenguaje científico tanto de forma oral como escrita.

De acuerdo al anterior análisis, se determina que los grupos de laboratorio aplicaron la competencia de indagar e identificar con 100% de forma sobresaliente; la competencia explicar con un 20% de forma aceptable y 80% sobresaliente; por último, la competencia comunicar con un 20% de forma aceptable y 80% de forma sobresaliente, sobre el total de 5 grupos (Ver gráfica 16). Se observó un gran avance en la aplicación de las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar, por ende, se considera que se fortalecieron estas competencias en los estudiantes al realizar una comparación con los resultados de la prueba diagnóstica.



Gráfica 16. Resultados aplicación de las competencias científicas en informe y sustentación del Trabajo Práctico de Laboratorio.
Fuente: Autoras

6.5. Resultados Fase 5. Prueba Final.

En este apartado se aplicó el mismo cuestionario de la prueba diagnóstica (ver anexo 5) medida por plataforma de formularios Google para evaluar el avance, desarrollo y aplicación de las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar. El análisis cualitativo por cada competencia y cada pregunta se expone en la tabla 20, siguiendo los criterios de evaluación expuestos en el anexo 6.

Pregunta	Tema	Competencia a evaluar	Valoración	Porcentaje
1	Características físicas y químicas para análisis de aguas residuales.	Indagar Identificar	Excelente	18,75
			Sobresaliente	62.50
			Aceptable	0
			Insuficiente	0
			Deficiente	18,75
2	Característica físicas y químicas de metales pesados.	Indagar e identificar	Excelente	12.50
			Sobresaliente	50.00
			Aceptable	18.75
			Insuficiente	0
			Deficiente	18.75
3	Características físicas y químicas manganeso.	Identificar	Excelente	56.25
			Sobresaliente	12.5
			Aceptable	12.5

			Insuficiente	0
			Deficiente	18.75
4	Presencia de manganeso en agua residual	Indagar, identificar y explicar	Excelente	50.00
			Sobresaliente	31.25
			Aceptable	0
			Insuficiente	0
			Deficientes	18.75
5	Preparación de solución Stock	Indagar, identificar, explicar y comunicar	Excelente	75.00
			Sobresaliente	0
			Aceptable	0
			Insuficiente	0
			Deficiente	25.00
6	Preparación de diluciones patrón para la curva de calibración de manganeso.	Indagar, identificar, explicar y comunicar	Excelente	62.5
			Sobresaliente	0
			Aceptable	0
			Insuficientes	0
			Deficientes	37.5
7	Análisis de Gráficas lineales.	Indagar e identificar	Excelente	75.00
			Sobresaliente	0
			Aceptable	0
			Insuficiente	0
			Deficiente	25
8	Determinación concentración de manganeso en la muestra problema haciendo uso de la curva de calibración.	Indagar, identificar, explicar y comunicar	Excelente	37.5
			Sobresaliente	12.5
			Aceptable	0
			Insuficiente	18.75
			Deficiente	31.25
9	Concepto bioadsorción	Indagar e identificar	Excelente	75
			Sobresaliente	0
			Aceptable	0
			Insuficiente	0
			Deficiente	25
10	Concepto desorción	Indagar e identificar	Excelente	68.75
			Sobresaliente	0
			Aceptable	0
			Insuficiente	0
			Deficiente	31.25

Tabla 20: Evaluación de prueba final con estudiantes de Métodos de Análisis Químico I
Fuente: Autoras

Con base en los resultados obtenidos se establece que en la pregunta 1, los estudiantes desarrollan las competencias de indagar e identificar con un 18,75% de forma deficiente, 62.5% de forma sobresaliente y un 18.75% de forma excelente, para un total de 16 estudiantes; cabe mencionar que la valoración deficiente en esta pregunta aplica para estudiantes que no participaron en la prueba final; la valoración sobresaliente aplica para estudiantes que reconocen algunas de las características físicas y químicas a tener en cuenta para el

análisis de calidad aguas residuales; por último, la valoración excelente aplica para estudiantes que relaciona la mayoría de las características físicas y químicas necesarias para el análisis de aguas residuales.

En la pregunta 2, los estudiantes desarrollan las competencias de indagar e identificar con un 18.75% de forma deficiente debido a que no participaron en la prueba final, el 18,75% de los estudiantes aplican de forma aceptable ya que identifican 5 de 7 características de fisicoquímicas de los metales pesados, 50 % de los estudiantes aplican de forma sobresaliente al identificar 6 de 7 características fisicoquímicas de los metales pesados, finalmente el 12.5 % restante de los estudiantes aplican de forma excelente al reconocer todas las características fisicoquímicas de los metales pesados.

En la pregunta 3, los estudiantes desarrollan las competencias de indagar e identificar con un 18.75% de forma deficiente debido a que no participaron en la prueba final, el 12,5% de los estudiantes aplican de forma aceptable ya que identifican 5 de 7 características de fisicoquímicas del manganeso, 12.5 % de los estudiantes aplican de forma sobresaliente al mencionar 6 de 7 características fisicoquímicas del manganeso, finalmente el 56.25 % restante de los estudiantes aplican de forma excelente al identificar todas las características fisicoquímicas del manganeso.

Para la pregunta 4 los estudiantes desarrollan las competencias de indagar, identificar y explicar con un 18.75% de forma deficiente porque no participaron en la prueba final, un 31.25% sobresaliente debido a que mencionan la técnica para determinar concentración de manganeso, pero no explican a cabalidad su principio teórico y práctico, por último, el 50 % restante aplican de forma excelente al mencionar la técnica para determinar manganeso y explican su principio de forma clara y concisa.

Para la pregunta 5, los estudiantes desarrollan las competencias de indagar, identificar, explicar y comunicar con un 25% de forma deficiente, ya que, algunos no presentaron la prueba final y otros respondieron de forma incorrecta a la incógnita y un 75% de forma excelente al desarrollar el cálculo matemático adecuado y mencionar el procedimiento a seguir para la preparación de la solución stock.

Para la pregunta 6, los estudiantes aplicaron las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar con un 37,5% de forma deficiente al no participar en la prueba diagnóstica o utilizar de forma incorrecta los datos suministrados y un 62,5 % de forma excelente al desarrollar los calculo

matemáticos adecuados para calcular cada volumen necesario de la solución stock en la preparación de las soluciones patrón.

En la pregunta 7, los estudiantes desarrollaron las competencias científicas de indagar e identificar con un 25% de forma deficiente al no participar en la prueba diagnóstica o seleccionar la gráfica incorrecta que relaciona los datos adjuntos en la tabla suministrada; el 75 % restante aplica de forma excelente porque identifican la gráfica que relaciona adecuadamente las variables presentes en la tabla

Para la pregunta 8 los estudiantes desarrollaron las competencias científicas de indagar, identificar, explicar y comunicar con un 31.25% de manera deficiente al no participar en la prueba o no dar respuesta a la pregunta, 18.75% insuficiente al no emplear la curva de calibración para determinar la concentración de manganeso en la muestra problema, 12.5 % sobresaliente al usar la curva de calibración para determinar la concentración de manganeso, pero no realizar la corrección de absorbancia y por último, un 37.5% de forma excelente al emplear la curva de calibración para la determinación de manganeso, además de tener en cuenta el blanco para la corrección de absorbancia.

En la pregunta 9; los estudiantes aplican las competencias de indagar e identificar con un 25% de forma deficiente al no participar en la prueba diagnóstica o tener claro el concepto de biosorción; por último, el 75 % restante aplican de forma excelente al reconocer e identificar la definición de la técnica de biosorción y relacionarlo como técnica de extracción física.

En la pregunta 10; los estudiantes aplican las competencias de indagar e identificar con un 31.25% de forma deficiente al no participar en la prueba diagnóstica o tener claro el concepto de desorción y al no identificar su diferencia con otras técnicas de extracción como osmosis y filtración por membrana; por último, el 68.75 % restante aplican de forma excelente al reconocer e identificar el concepto y principio de desorción, relacionarlo como técnica de extracción química y diferenciarlo a la técnica de adsorción.

Con base en los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica y prueba final aplicado en los estudiantes, se realizó su comparación teniendo en cuenta la competencia y la pregunta evaluada. (Ver tabla 21)

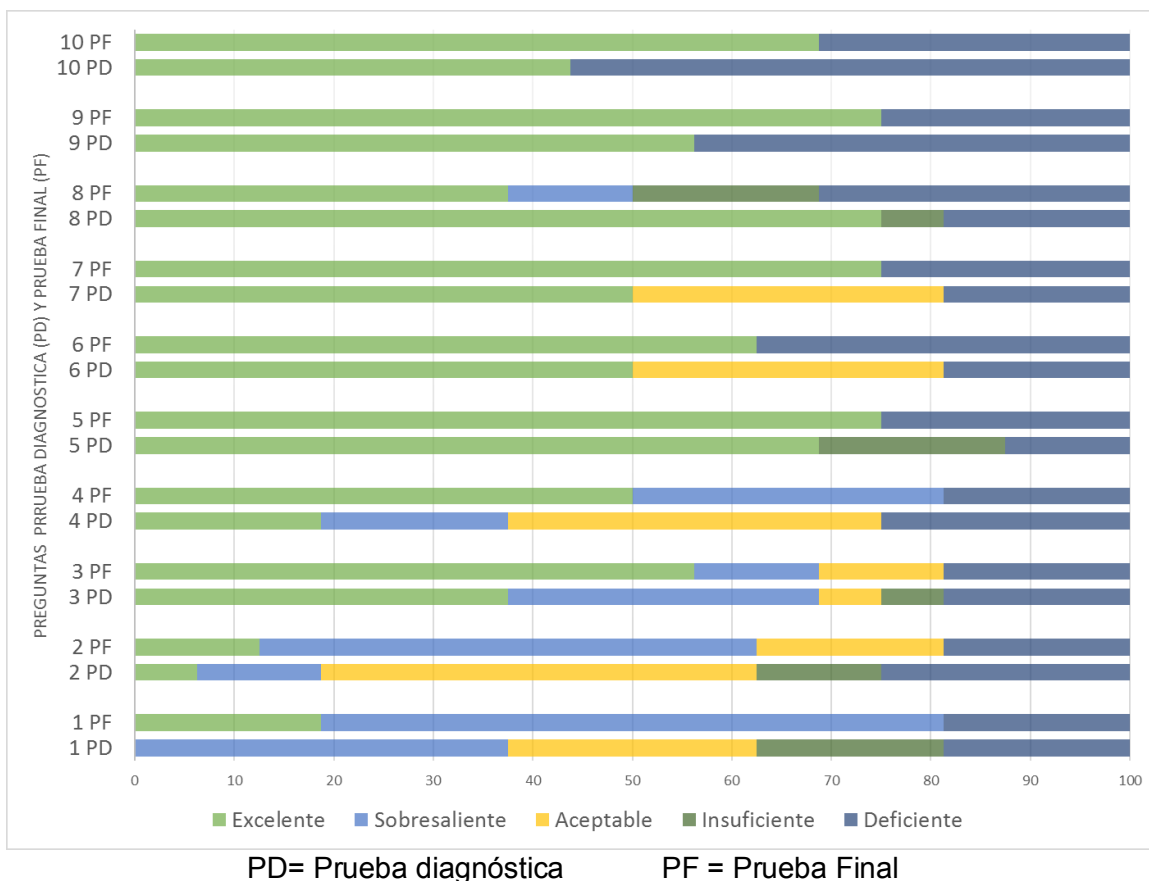
Pregunta	Prueba diagnóstica		Prueba final	
	Valoración	Porcentaje	Valoración	Porcentaje
	Excelente	0	Excelente	18.75
	Sobresaliente	37,5	Sobresaliente	62.50

1	Acceptable	25	Acceptable	0
	Insuficiente	18.75	Insuficiente	0
	Deficiente	18.75	Deficiente	18.75
2	Excelente	6.25	Excelente	12.50
	Sobresaliente	12.5	Sobresaliente	50
	Acceptable	43.75	Acceptable	18.75
	Insuficiente	12.5	Insuficiente	0
	Deficiente	25	Deficiente	18.75
3	Excelente	37.5	Excelente	56.25
	Sobresaliente	31.25	Sobresaliente	12.5
	Acceptable	6.25	Acceptable	12.5
	Insuficiente	6.25	Insuficiente	0
	Deficiente	18.75	Deficiente	18.75
4	Excelente	18.75	Excelente	50
	Sobresaliente	18.75	Sobresaliente	31.25
	Acceptable	37.5	Acceptable	0
	Insuficiente	0	Insuficiente	0
	Deficiente	25	Deficiente	18.75
5	Excelente	68.75	Excelente	75
	Sobresaliente	0	Sobresaliente	0
	Acceptable	0	Acceptable	0
	Insuficiente	18.75	Insuficiente	0
	Deficiente	12.5	Deficiente	25
6	Excelente	50.00	Excelente	62.5
	Sobresaliente	0	Sobresaliente	0
	Acceptable	31.25	Acceptable	0
	Insuficiente	0	Insuficiente	0
	Deficiente	18.75	Deficiente	37.5
7	Excelente	75	Excelente	75
	Sobresaliente	0	Sobresaliente	0
	Acceptable	0	Acceptable	0
	Insuficiente	6.25	Insuficiente	0
	Deficiente	18.75	Deficiente	25
8	Excelente	0	Excelente	37.5
	Sobresaliente	12.5	Sobresaliente	12.5
	Acceptable	43.71	Acceptable	0
	Insuficiente	6.25	Insuficiente	18.75
	Deficiente	37.5	Deficiente	31.25
9	Excelente	56.25	Excelente	75
	Sobresaliente	0	Sobresaliente	0
	Acceptable	0	Acceptable	0
	Insuficiente	0	Insuficiente	0
	Deficiente	43.75	Deficiente	25
10	Excelente	43.75	Excelente	68.75
	Sobresaliente	0	Sobresaliente	0
	Acceptable	0	Acceptable	0
	Insuficiente	0	Insuficiente	0

	Deficiente	56.25	Deficiente	31.25
--	-------------------	--------------	-------------------	--------------

Tabla 21: Relación evaluativa de la prueba diagnóstica y la prueba final.

Fuente: Autoras



Gráfica 17: Relación evaluativa de la prueba diagnóstica y la prueba final.

Fuente: Autoras.

Al realizar el análisis y comparación (ver gráfica 6) de cada una de las competencias aplicadas en cada pregunta, se tiene cuenta los porcentajes de aplicación de competencias en los niveles de aceptable, sobresaliente y excelente para determinar la creciente en la aplicación de competencias científicas, observando así un cambio favorable de 18,75% en la aplicación de competencias indagar e identificar de la pregunta 1, un 18.75% de cambio a favor en la aplicación de competencias indagar e identificar en la pregunta 2, un 6.25% de diferencia a favor en la aplicación de las competencias de indagar e identificar en la pregunta 3, un 6.26% de favorabilidad en el desarrollo de las competencias de indagar e identificar en la pregunta 4, en la pregunta 5 se observan cambios en el porcentaje aprobatorio a la aplicación de las competencias indagar, identificar, explicar y comunicar siendo este del 6.25%, en la pregunta 6 no se

tuvo cambios favorables en el porcentaje aprobatorio para la aplicación de competencias indagar, identificar, explicar y comunicar, se evidencio que en la pregunta 7 se mantuvo constante la aplicación de las competencia indagar e identificar de 75%, en la pregunta 8 se observa cambios no favorables en la aplicación de competencias indagar, identificar, explicar y comunicar del razonamiento matemático, pero si se presentó porcentaje de estudiantes por encima del nivel aceptable, en la pregunta 9 se estableció un 18,75% de aumento en el desarrollo de competencias indagar e identificar, por último, la pregunta 10 se obtuvo un aumento en la aplicación de las competencia indagar e identificar en un 25%.

A partir de la comparación de la prueba diagnóstica y la prueba final (ver tabla 20) se observó una caracterización favorable con relación a la aplicación de la mayoría de las competencias científicas como indagar, identificar, explicar y comunicar relacionadas con el tema global de adsorción y desorción de manganeso, ya que reconocen las características físicas y químicas de metales pesados y manganeso, diferencia entre adsorción y desorción y el principio de la técnica de análisis espectroscopia de absorción atómica; de igual forma se observan avances favorables en la aplicación de las competencias científicas anteriormente mencionadas, al observar el manejo del fundamento teórico, datos y procedimientos matemáticos en el informe y durante la sustentación de los resultados obtenidos (ver apartado 6.4.2); cabe resaltar que estos avances se identificaron en cada uno de los estudiantes a excepción del 18,65% de la población no participante en las actividades evaluativas como prueba diagnóstica y prueba final.

7. CONCLUSIONES

Se caracterizó y diseñó el trabajo práctico de laboratorio adsorción de manganeso, empleando cáscaras de naranja Valencia (*Citrus sinensis*), identificando propiedades de humedad con un 71,41%, porcentaje de parte no comestible de CN del 25,66 % y concentración de 3,51 mg Mn/Kg CN; de igual forma se determinó IR para cada uno de los grados de maduración identificado lo grupos funcionales principales de la celulosa y condiciones óptimas para la adsorción de Mn (II), como grado de maduración 3 a pH 4 con HCl 0,1 M, tamaño de partícula 0,18 mm, cantidad de CN de 1g y tiempo de contacto de 45 minutos.

Se caracterizó y diseñó el trabajo práctico de laboratorio desorción de manganeso, empleado HCl, H₂SO₄, NaOH, EDTA y Ca(NO₃)₂ 0.1 M como soluciones extractoras, en donde se evidencia que la solución extractora más

eficiente es HCl 0,1 con un 52,77 % de eficiencia, también se identificó que el porcentaje de desorción es directamente proporcional al tiempo de contacto entre solución extractora y cascara de naranja contaminada.

Se caracterizó las competencias científicas indagar, identificar, explicar, comunicar y trabajo en equipo en el grupo de estudiantes de Métodos de Análisis Químico I, donde se identificó que los estudiantes aplicaron de forma efectiva las competencias de indagar e identificar con un 35,63% y trabajo equipo con un 100% en la prueba diagnóstica y en el TPL.

Se evaluó el fortalecimiento de competencias a través de la comparación de los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica y final, obteniéndose un avance de 17,5% para las competencias de indagar e identificar, 21,82% para la competencia explicar y 19,75% para la competencia comunicar. Se puede concluir, que el uso de trabajo práctico de laboratorio como modelo pedagógico influye de forma positiva en el fortalecimiento de las competencias científicas.

8. RECOMENDACIONES

Se considera que los trabajos prácticos son un insumo para el fortalecimiento de competencias científicas y la generación de pensamiento crítico; sin embargo, se sugiere extender el número de sesiones para generar más espacios en los que se puedan ver los conceptos de adsorción y desorción con mayor profundidad y se puedan relacionar con prácticas del entorno, estableciendo propuestas para implementar estas técnicas no convencionales que puede llegar a reducir el impacto ambiental y beneficiar el rehusó de desechos agrícolas.

De igual forma, se sugiere iniciar con sesiones que permitan generar una relación interactiva docente-estudiante, donde se desarrolle confianza para compartir las ideas que se tiene sobre el tema central y exponer sus dudas frente al mismo; para así implementar una retroalimentación constante y efectiva.

Para futuras investigaciones que hagan uso de competencias científicas indagar, identificar, explicar, comunicar y trabajo en equipo, se recomienda crear actividades pedagógicas, donde se evalúen todas las competencias a la vez, para que de esta forma se lleve total seguimiento de su fortalecimiento.

Para futuras investigaciones centradas en la extracción de manganeso en aguas residuales se sugiere hacer uso de la cáscara de naranja como posible

biosorbente y como proceso de recuperación de la misma, la desorción con una solución extractora de ácido clorhídrico 0,1 M.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Adekola, F; Hodonou, D & Adegoke, H. (2016). Thermodynamic and kinetic studies of biosorption of iron and manganese from aqueous medium using rice husk ash. *Applied Water Science*, 6 p. 319-330.
- Ajmal, M; Rao, R; Ahmad, R y Ahmad, J. (2000). Estudios de adsorción en *Citrus reticulata* (cáscara de fruta de naranja): eliminación y recuperación de Ni (II) de aguas residuales de galvanoplastia, *J. Hazard. Materials*. 79, 117–131.
- Armijos, R. (2011). *Determinación de manganeso por espectrometría de Absorción atómica en alimentos balanceados para aves*. Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en ciencias químicas. Mención en química analítica. Quito, Ecuador.
- ATSDR. (2000). Reseña toxicológica para el Manganeso. Agencia para sustancias tóxicas y registro de enfermedades. Departamento de salud y servicios humanos de los EE.UU.
- Caamaño, A (2003). Los trabajos prácticos como estrategia de enseñanza. (1). Alambique.
- Castro, P & Bismark, V. (2015). *Uso de la cáscara de banano (musa paradisiaca) madura deshidratada (Seca) como proceso de biosorción para la retención de metales pesados, plomo y cromo en aguas contaminadas*. Tesis de Maestría. Universidad Guayaquil. México.
- Caviedes, D; Muñoz, R; Perdomo, A; Rodríguez, D & Sandoval. I. (2015). Tratamientos para la remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Bogotá-Colombia. *Revista Ingeniería y Región*. 13(1): p 73-90.
- Chica, J. (2016). *Implementación de prácticas de laboratorio para el desarrollo de competencias científicas y actitudes emprendedoras*. Tesis de Maestría en enseñanza de las Ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional de Colombia, Facultad Ciencias Exactas y Naturales, Manizales.

CRC Handbook of Chemistry and Physics 90th Edition. CD-ROM Versión 2010.

Cardona G; Anahí F; Cabañas, D; Zepeda, A. (2013). Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II). Ingeniería, vol. 17, p. 1-9.

Cornado, V & Arteta, J. (2015). Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales. Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. 23, p 131-144.

Covarrubias, S & Peña J. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de fitorremediación. Rev. Int. Contam. Ambie. 33 (Especial Biotecnología e ingeniería ambiental) p 7-21.

Díaz, N.A; Bárcena, J.A; Fernández, E; Galván, A; Jorrín, J; Peinado, J; Meléndez, F.T. Túnez, I. (2015). Espectrofotometría: Espectros de absorción y cuantificación calorimetría de biomoléculas. Departamento de Bioquímica y biología molecular. Universidad de Córdoba.

Escobedo, E. (2018). *Biosorción de aluminio y manganeso total, presentes en soluciones acuosas, con cáscara de palta (persea americana mill) tratada con formaldehído*. Tesis de Doctorado Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Feng, N; Guo, X & Liang, S. (2009). Estudio de adsorción de cobre (II) por cáscara de naranja modificada químicamente. Universidad Central del Sur, Changsha, Escuela de Ciencias Médicas Básicas, Ningxia Medical College. China. Revista de materiales peligrosos 164, p 1286–1292.

Feng, N., Guo, X. y Liang, s. (2010). Adsorción mejorada de Cu (II) por piel de naranja modificada con hidróxido de sodio. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 20, 146 – 152.

Feng, N; Guo, X; Lianga, S; Zhu, Y; Liu, J. (2011). Biosorción de metales pesados a partir de soluciones acuosas por cáscara de naranja modificada químicamente. Universidad Central South y Universidad Médica de Ningxia, China. Revista de materiales peligrosos. 185, p 49-54.

- Franco, A. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. Málaga, España. Revista ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 33.2, p 231-252.
- Franks, G y Meagher, L. (2003). The isoelectric points of sapphire crystals and alpha-alumina powder. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. 214 (1-3): pp 99110.
- Freifelder, D. (2003). Técnicas de bioquímica y Biología molecular. Reverté, S.A. Barcelona, España.
- Fu, F. & Wang, Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. Journal of Environmental Management. 92, p 407-418.
- Gallegos, W; Vega, M y Noriega, P. (2012). Espectroscopía de absorción atómica con llama y su aplicación para la determinación de plomo y control de productos cosméticos. La Granja. Vol. 15(1): 18-25. ISSN: 1390-3799. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047399003.pdf>
- Galván, P. (2016). Manual de experimentos Química Organica II. Química de Alimentos. Universidad Autonoma de Mexico.
- Garces, L y Coavas, S. (2012). *Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (Citrus sinensis) modificada con quitosano para la remoción de Cr (VI) en aguas residuales*. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad de Cartagena.
- Garcia, G y Ladino, O. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. Revista Studiositas 8, 3(3): p 7-16.
- Gil, D. (1984). El futuro de la enseñanza de las ciencias: algunas implicaciones de la investigación educativa. Revista de Educación. 278, pp. 28-33.
- Hernández, C. (2005). ¿Qué son las “competencias científicas”? Foro Educativo Nacional. Universidad Nacional de Colombia. Pp. 3.
- Hormaza, A; Figueroa, D y Moreno, A. (2012). Evaluación de la remoción de un colorante azo sobre tuza de maíz mediante diseño estadístico. Revista de la Facultad de Ciencias. 1 (1): 61-71.

- Hussein, R. (2014). Evaluación de la eficacia de la cáscara de naranja (*Citrus reticulata*) en la recuperación de níquel de la galvanoplastia de aguas residuales. Instituto Superior de Salud Pública, Universidad de Alejandría. Egipto. Revista de la Asociación Egipcia de Salud Pública. 59, p 154-158.
- Ipinza, J; Ibañez, J; Pagliero, A & Vergara, F. (2007). Mecanismo de la formación de compuestos de manganeso en electrolitos ácidos. Revista de metalurgia 43 (1), 11-19.
- Jimenez, M; Brusi, D; Cid, R; Fernández, L; Gallastegui, J; Márquez, C & Solsona, N. (2011). Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica. (S. G. TÉCNICA, Ed.) Madrid, España. Aulas de verano, Ciencias pp. 7-24.
- Leite, L.; Figueroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. Alambique - Didáctica de las ciencias experimentales, 39, pp. 20-30.
- Marcos de las competencias de la evaluación; Capitulo 3. (2011). COMPETENCIA EN CULTURA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE LA SALUD; País Vasco.
- Mauro, L. (2014). *ESTUDIOS DE LOS PROCESOS DE ADSORCIÓN - DESORCIÓN DE LOS METALES Cu, Mn, Pb Y Zn EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO*. Tesis de Maestría. Universidad de Chile.
- Mayhuirec, A; Huamaníc, Y; Zanardib, R Medina, E. (2019). BIOPELÍCULAS PRODUCIDAS CON CÁSCARA DE NARANJA Y REFORZADAS CON CELULOSA BACTERIANA. Revista de la Sociedad Química del Perú, 85(2). pp 231-241.
- McFarland, M & Dozier, M. (2001). Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso. Texas, EEUU.
- Mohamed, R; Nabila, S & Hanan, S. (2012). Adsorción/desorción de Cd(II), Cu(II) y Pb(II) utilizando cáscara naranja modificada químicamente: Estudios de equilibrio y cinética. Investigación sobre la contaminación del agua. Centro Nacional de Investigación. Cairo, Egipto. Revista Ciencias del estado sólido 14, p 202 - 210.

- Nijikam, E. & Schiewe, S. (2012). Optimización y modelado cinético de la desorción de cadmio a partir de cáscaras de cítricos: un proceso para la regeneración biosorbente. Universidad de Alaska Fairbanks. *Journal of Hazardous Materials* 213 - 214 p 242–248.
- Orduz, J y Mateus, D. (2012). Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo en Colombia. Corporación Universitaria Lasallista
- Ortiz, J; Greca, I & Aduriz, A. (2018). La educación STEAM y el desarrollo competencial en la Educación Primaria. *Fundamentos y aplicaciones prácticas*, Dextra. Capítulo 2 p 41-54.
- Plaza, J. (2012). *Remoción de metales pesados empleando algas marinas*. Tesis Doctoral. Departamento de Química. Universidad Nacional de la Plata Argentina.
- Pacheco, E y Torres, M. (2020). Validación de un método analítico para la determinación de hierro (Fe) total y manganeso (Mn) en agua potable, natural y residual por espectroscopía de absorción atómica. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Químico. Universidad de Córdoba, Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2999/-Pacheco%20Villegas%20Edilberto%20Jos%c3%a9%20-%20Torres%20Julio%20Miriam%20Beatriz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Posada, L. (2012). Trabajos prácticos de laboratorio: reflexiones sobre su implementación en el contexto escolar. Enseñanza de las ciencias y las artes. Proyecto de grado para optar al título de Licenciado en Matemáticas y Física. Universidad de Antioquia – Medellín.
- Rodríguez, F & Blanco, A. (2016). Diseño y análisis de tareas de evaluación de competencias científicas en una unidad didáctica sobre el consumo de agua embotellada para educación secundaria obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 13 (2), p 279-300.
- Tejada, C; Herrera, A y Nuñez, J. (2015) Adsorción competitiva de Ni (II) y Pb (II) sobre materiales residuales lignocelulósicos. *Investigaciones Andina*, vol. 17, núm. 31, pp. 1355-1367.

Tejada, C; Villabona, A y Garces, L. (2015). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecnológicas*, vol. 18, no. 34, pp. 109-123.

Tejada, C; Herrera, A y Nuñez J. (2016). Remoción de plomo por biomasa residuales de cáscara de naranja y zuro de maíz. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 19(1) p 169-17.

Universidad Técnica de Delft. (2012). *Lenntech, Water Treatment Solutions*. Países Bajos. Recuperado 22/10/2021 <http://www.Lenntech.es/periódica/elementos>.

Villanueva, C., (2007). *Biosorción de cobre (II) por biomasa pretratada de cáscara de citrus sinensis (Naranja), citrus limonium (limón y opuntia ficus (plameta de nopal)*. Proyecto de grado de Licenciatura de Químico. Universidad Nacional del Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Lima-Perú

9.ANEXOS

Anexo 1. Muestreo naranja Valencia (citrus sinensis)

<https://drive.google.com/file/d/10CLUG07ZRe86gfE8oZH-ELarIFPXNWJc/view?usp=sharing>

Enlace formato muestreo.

Anexo 2. Lavado, limpieza, secado y determinación pH_{pcc} en cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) en grado de maduración 6

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología; Departamento de Química

Proyecto de grado; Directora: Dora Luz Gómez

Lineth Intencipa y Geraldine Pineda

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO BIOSORCIÓN DE MANGANESO CON CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)

OBJETIVOS

- € Realizar el lavado, limpieza y secado de la muestra de cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*)
- € Determinar el pH punto cero (pH_{PCC}) de la cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*)

Tiempo: Práctica de laboratorio de 3 horas y tiempo de muestra en estufa 7 días.

Materiales.

1 Frasco lavador.
1 churrusco
Vaso de precipitado de 600 mL.
2 Bandejas.
4 Bolsas de ziploc.
1 Espátula.
1 Micro espátula
Vidrio de reloj
Vaso de precipitado de 250 mL.
3 balones aforados de 1000 mL.
7 balones aforados de 25 mL.
1 Pipeta aforadas de 0,5 mL.
1 Pipeta aforadas 1 mL
2 Pipetas aforadas 5 mL
1 Pipeta graduada de 1 mL.
1 Pipeta graduada de 2 mL.

Reactivos.

MnSO₄ al 99%
Agua desionizada.

Equipos.

Estufa.
Molino eléctrico.
Malla para molino de 1 mm.
Tamiz de tamaño de partícula 0,180 mm.
Equipo de absorción atómica.

1. Lavado, limpieza y secado de la cáscara de naranja.

1. Se escogen cáscaras de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) con grados de maduración 1, 3 y 6 producidas en zonas con una altitud mayor a 900 m.s.n.m, según la NTC 4086 de 1997.
2. Lavar con agua desionizada la muestra de cáscara de naranja en los tres estados de maduración anteriormente escogidos según la norma indicada.
3. Cortar la cáscara de naranja en pedazos de aproximadamente 1 cm.
4. Secar las muestras de cáscaras al sol por 7 días.
4. Con el molino previamente esterilizado y seco, triturar la cáscara de naranja hasta obtener una muestra homogénea a 1mm.
5. Pasar la muestra de cáscara de naranja de 1 mm por el tamiz de 0,18 mm.

2. Determinación de pH_{PCC} en cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6.

1. Tomar una masa de 0,5 g cáscara de naranja pretratada a tamaño de partícula 0,18 mm.
2. Agregue 15 mL de NaCl 0,1 M
3. Deje a 100 RPM por 48 horas.
4. Filtre la solución, conserve el sobrenadante y el precipitado.
5. Con un potenciómetro determine el pH del sobrenadante y registre.
6. Repita el anterior procedimiento con 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 y 1 g de cáscara de naranja a tamaño de partícula 0,18 mm.
7. Realice cada uno de los ensayos por triplicado.
8. Realice la gráfica de masa vs pH.

Anexo 3. Caracterización cascara de naranja.

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología; Departamento de Química

Proyecto de grado; Directora: Dora Luz Gómez

Lineth Intencipa y Geraldine Pineda

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO BIOSORCIÓN DE MANGANESO CON CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)

6. OBJETIVOS

- Determinar la concentración de Mn (II) en muestra de cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) por espectrofotometría de absorción atómica antes de la adsorción.
- Determinar el pH punto cero (pH_{PCC}) en cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6.
- Determinar el pH óptimo de cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6 para el proceso de adsorción de Mn (II).

Tiempo: Práctica de laboratorio de 2 días (secciones de 3 horas), tiempo de muestra en agitación constante 48 horas y muestra en la mufla 4 horas.

Materiales.

- 1 Frasco lavador.
- 1 churrusco
- 1 Vaso de precipitado de 600 mL.
- 3 Pipetas aforadas de 3 mL.
- 1 Pipeta aforada 2 mL
- 1 Crisol de porcelana.
- 18 Frascos simax de 50 mL.
- Balón aforado de 10 mL.
- 5 Papel filtro.
- 3 Embudo.
- 2 Vidrio de reloj.
- 1 Pipeta aforada 5 mL
- 1 Pipeta aforada 10 mL
- 12 Vasos de precipitado de 100 mL
- 1 Pipeta aforada 25 mL.
- 1 gotero.
- 15 Matraz Erlenmeyer de 100 ml
- 1 Espátula
- 1 Micro espátula

Reactivos.

- Solución Madre de Mn²⁺ a 100 ppm (Previamente preparada)
- HCl al 6 M
- Agua desionizada.
- NaCl 0,1 M
- HCl 0,1 M

Equipos.

- Espectrofotómetro de absorción atómica.

Mufla.
Incubadora con agitación.
Plancha de calentamiento.
Desecador.
Potenciómetro.

1. Curva de calibración de Mn (II).

1. Se preparan 1000 ml de solución madre Mn^{2+} a 100 ppm pesando 0,3106 g de reactivo $MnSO_4 \cdot H_2O$ al 99% de pureza.
2. De la solución madre se toman alícuotas de 0,5, 1, 3, 5, 7, 10 y 11 ml y se transfiere a balones aforados de 25 mL respectivamente rotulados.
3. De cada solución se toman 5 mL y se lleva al espectrofotómetro de absorción atómica que estará a una longitud de onda de 279 nm (Gómez, 2011).
4. Tome una muestra de 5 mL de agua desionizada y lleve al espectrofotómetro de absorción atómica.
5. Tomar nota de las absorbancias de cada una de las soluciones patrón, el blanco y la muestra problema.
6. Realizar los cálculos pertinentes para determinar la concentración de manganeso en cada una de las muestras de cáscara de naranja en sus tres grados de maduración.

2. Determinación de Mn II en cáscara de naranja antes de la adsorción.

1. Tomar 0,5 g de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) pretratada a tamaño de partícula 0,18 mm en un crisol de porcelana y llevar a mufla a 550°C por 4 horas.
2. Dejar enfriar.
3. Realice la digestión de las cenizas obtenidas en el numeral 3.3.1 empleando 2 ml HCl 6M en una plancha de calentamiento a 40°C y cabina de extracción.
4. Filtre la solución en un balón aforado de 10 mL.
5. Realice la lectura de Mn^{2+} en espectrofotómetro de absorción atómica a una longitud de onda 279 nm.

3. Determinación de grupos funcionales presentes en la cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) grados de maduración 1, 3 y 6 según NTC 4086 de 1997, por espectroscopia Infrarroja.

1. Tomar 0,5 g de cascar de naranja tamaño de partícula 0,18 mm en una capsula de porcelana y llevar a estufa a 100 °C por 2 horas.

2. Transfiera inmediatamente la muestra a un desecador hasta temperatura ambiente.
3. En un mortero Ágata macerar la muestra y llevar a lectura al espectrofotómetro IR.
4. Poner la muestra macerada en el compartimiento de muestra del espectrofotómetro Infrarrojo y de inicio a la lectura.
5. Analizar el espectro resultante y determine grupos funcionales presentes en dicha muestra.

Anexo 4. Condiciones óptimas de adsorción de manganeso en CN
Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología; Departamento de Química
Proyecto de grado; Directora: Dora Luz Gómez
Lineth Intencipa y Geraldine Pineda

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO
BIOSORCIÓN DE MANGANESO CON CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)

OBJETIVOS

- Determinar el pH óptimo de cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6 para el proceso de adsorción de Mn (II).
- Determinar la cantidad de cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6 óptima, para el proceso de adsorción de Mn (II).
- Determinar Acidificante óptimo, para el proceso de adsorción de Mn (II) con cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6.
- Determinar el tiempo de contacto óptimo, para el proceso de adsorción de Mn (II) con cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6.
- Determinar la cinética de adsorción de Mn (II) en la cáscara de naranja en grado de maduración 6.

Materiales.

- 1 Frasco lavador.
- 1 churrusco
- 1 Vaso de precipitado de 600 mL.
- 3 Pipetas aforadas de 3 mL.
- 1 Pipeta aforada 2 mL
- 1 Crisol de porcelana.

18 Frascos simax de 50 mL.
Balón aforado de 10 mL.
5 Papel filtro.
3 Embudo.
2 Vidrio de reloj.
1 Pipeta aforada 5 mL
1 Pipeta aforada 10 mL
12 Vasos de precipitado de 100 mL
1 Pipeta aforada 25 mL.
1 gotero.
15 Matraz Erlenmeyer de 100 ml
1 Espátula
1 Micro espátula

Reactivos.

Solución Madre de Mn^{2+} a 100 ppm (Previamente preparada)
HCl al 6 M
Agua desionizada.
NaCl 0,1 M
HCl 0,1 M

Equipos.

Espectrofotómetro de absorción atómica.
Mufla.
Incubadora con agitación.
Desecador.
Potenciómetro
Agitador magnético

1. Adsorción de Mn (II)

1.1 pH óptimo de cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6 para el proceso de adsorción de Mn (II).

1. Pese 0,5 g de cáscara de naranja a tamaño de partícula de 0,18 mm.
2. Tome 50 mL de solución Mn^{2+} a 100 ppm en un vaso de precipitados y agregue HCl 0,1 M hasta obtener pH 1, 2, 3, y 4 respectivamente en cada vaso.
3. Añada la cáscara de naranja a la solución de 50 mL de solución Mn^{2+} a 100 ppm
4. Dejar en interacción la cáscara de naranja con la solución de Mn (II) por un tiempo de contacto de 120 minutos en agitación constante.

5. Filtre las muestras utilizando el método de filtración al vacío, conserve el precipitado y el sobrenadante.
6. Con una pipeta aforada tome 1 ml del sobrenadante, transfiera a un balón aforado de 25 ml, adicione 0,5 mL de CaCl al 10 % y lleve al aforo con agua desionizada.
7. Lleve al espectrofotómetro de absorción atómica y tome nota de la absorbancia de cada una de las soluciones a 279 nm.
8. Realice los cálculos pertinentes para determinar la concentración de manganeso final presente en cada una de las soluciones.

1.2 Cantidad de cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6, acidificante y tiempo de contacto óptimo, para el proceso de adsorción de Mn (II).

1. Pese en 4 vidrios de reloj 0,5 g de cáscara de naranja y en 2 vidrios de reloj aparte 1 g de cáscara de naranja a tamaño de partícula 0,18 mm.
2. Tome 6 vasos de precipitado y agregue a cada uno 50 mL de solución Mn^{2+} a 100 ppm.
3. A tres vasos de precipitado con 50 mL de solución de Mn^{2+} agregue HCl 0,1 M hasta obtener pH 4.
4. A los tres vasos de precipitado restantes con 50 mL de solución de Mn^{2+} agregue HNO_3 0,1 M hasta obtener pH 4.
5. Agregue 0,5 y 1 g de cáscara de naranja a dos vasos de precipitado con 50 mL solución de Mn^{2+} a pH 4 con acidificante HCl 0,1 M y deje en interacción por un tiempo de contacto de 120 minutos.
6. Agregue 0,5 y 1 g de cáscara de naranja a dos vasos de precipitado con 50 mL solución de Mn^{2+} a pH 4 con acidificante HNO_3 0,1 M y deje en interacción por un tiempo de contacto de 120 minutos.
7. Añadir 0,5 g de cáscara de naranja a los dos vasos de precipitados restantes que contienen 50 mL de solución de Mn^{2+} a pH 4, uno con acidificante HCl 0,1M y otro con acidificante HNO_3 0,1 M y dejar en agitación constante por un tiempo de 180 minutos.
8. Filtre cada una de las muestras utilizando el método de filtración al vacío, conserve el precipitado y el sobrenadante, rotule cada una de las muestras del sobrenadante.
9. Con una pipeta aforada tome 1 ml de cada sobrenadante, transfiera cada una de estas a un balón aforado de 25 ml y rotule cada uno de los balones aforados.
10. Agregue a cada balón aforado 0,5 mL de CaCl al 10 % y lleve al aforo con agua desionizada.

11. Tome una muestra de aproximadamente 10 mL de cada uno de balones aforados, lleve al espectrofotómetro de absorción atómica y registre la absorbancia de cada una de las soluciones a 279 nm.
12. Realice los cálculos pertinentes para determinar la concentración de manganeso final presente en cada una de las soluciones.

1.3 Proceso adsorción de Mn (II) con cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6 y determinación de cinética de adsorción.

1. En un vidrio de reloj tome 1 g de cáscara de naranja a tamaño de partícula 0,18 mm.
2. En un vaso de precipitado agregue 50 mL de solución Mn^{2+} a 100 ppm.
3. Agregue HCl 0,1 M al vaso de precipitado hasta obtener pH 4.
4. Agregue la cáscara de naranja a la solución de Mn^{2+} a 100 ppm que se encuentra en el vaso de precipitado y deje en interacción la cáscara de naranja con la solución de Mn (II).
5. Tome una muestra de 5 mL de solución a los 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120 minutos del tiempo de contacto.
6. Filtre cada una de las muestras utilizando el método de filtración al vacío, conserve el precipitado y el sobrenadante, todo debidamente rotulado.
7. Con una pipeta aforada tome 1 ml de cada uno de los sobrenadantes, transfiera a 7 balones aforados de 25 ml respectivamente, agregar 0,5 mL de CaCl al 10 % a cada uno y lleve al aforo con agua desionizada.
8. Tome una muestra de aproximadamente 10 ml de cada uno de los balones aforados, lleve al espectrofotómetro de absorción atómica y registre la absorbancia de cada una de las soluciones problema a 279 nm.
9. Realice los cálculos pertinentes para determinar la concentración de manganeso final presente en cada una de las soluciones.

1.4 Proceso adsorción de Mn (II) con cáscara de naranja *Citrus sinensis* en grado de maduración 6 a condiciones óptimas previamente establecidas.

1. Tome en un vaso precipitado 10 g de cáscara de naranja pretratada a tamaño de partícula 0,18 mm.
2. En un vaso de precipitado agregue 500 mL de solución Mn^{2+} a 100 ppm
3. Agregue solución de HCl 0,1 M hasta obtener pH 4.
4. Deje en interacción la cáscara de naranja con la solución de Mn (II) por un tiempo de contacto de 45 minutos.
5. Filtre las muestras utilizando el método de filtración al vacío, conserve el precipitado y el sobrenadante.

6. Con una pipeta aforada tome 1 ml del sobrenadante, transfiera a un balón aforado de 25 ml, agregar 0,5 mL de CaCl al 10 % y lleve al aforo con agua desionizada.
7. Tome una muestra de aproximadamente 10 mL y lleve al espectrofotómetro de absorción atómica, registre la absorbancia de la solución problema 279 nm.
8. Realice los cálculos pertinentes para determinar la concentración de manganeso final presente en la solución y así mismo, los cálculos pertinentes para determinar la concentración de manganeso presente en la cáscara de naranja.

Anexo 5. Prueba diagnóstica.

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y tecnología; departamento de Química

Docentes en formación: María Lineth Intencipa y Jennifer Geraldine Pineda

Director de Trabajo de Grado: Dora Luz Gómez

Consentimiento informado para los participantes de la investigación

Agradecemos su amable colaboración y participación durante el desarrollo del trabajo de grado Fortalecimiento de Competencias Científicas Empleando Trabajos Prácticos de Laboratorio: Desorción de Manganeso. En el marco de este proyecto a aplicar para obtener del título de licenciado en Química se buscará recolectar información a través de encuentros sincrónicos, trabajos prácticos de laboratorio, actividades grupales e individuales; en el que se involucran la toma de grabaciones, fotos y documentos que se serán utilizados para propósitos netamente del proyecto investigativo.

Antes de continuar, se solicita diligenciar la siguiente información.

Yo _____ identificado con el código estudiantil _____ estudiante activo de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, he leído el consentimiento anterior y he sido informado(a) acerca del propósito de la intervención que se realizará en el espacio académico Métodos de Análisis Químico I-01, así como de las actividades que se llevarán a cabo en las que participaré individual o grupalmente. Dado esto, autorizo que la información que se recolecté en el marco de la investigación sea utilizada y tratada según los propósitos planteados por las investigadoras.

Prueba de conocimientos previos

Lea detenidamente cada una de las preguntas que se presentan a continuación. Seleccione la opción en las preguntas de tipo múltiple y en las preguntas abiertas complete la respuesta según corresponda.

1. Suponga que usted es analista de calidad de aguas residuales y su jefe inmediato le solicita determinar las características físicas y químicas de un cuerpo de agua cerca de la corporación industrial Acerías Paz del Río S.A. Que características físicas y químicas usted tendría presente, enlístelas.

2. Seleccione las características físicas y químicas que presentan los metales pesados.
 - A. Se degradan fácilmente en el ambiente.
 - B. Masa atómica mayor a 44 g/mol.
 - C. Densidad mayor a 4,5 g/cm³.
 - D. En su estado natural los metales pesados normalmente son sólidos.
 - E. Presentan alta conductividad.
 - F. Masa atómica entre 20 y 40 g/mol.
 - G. En su mayoría presentan alta dureza.
 - H. Densidad menor a 3 g/cm³.
 - I. No se degradan.
 - I. Algunos son esenciales para el desarrollo normal del metabolismo.

3. Lea y complete el siguiente párrafo.

El metal pesado escogido para la adsorción y desorción en cáscara de naranja es manganeso. “El manganeso es el décimo segundo elemento más abundante, constituye el 0,10 % de la corteza terrestre” (Armijos, 2011), tiene una ____1____ de 54,938045 g/mol con ____2____ 25, ____3____ de 1246 °C y ____4____ de 2061 °C. El metal se obtiene por reducción de óxido con sodio, magnesio, aluminio, o por electrólisis, es de ____5____ blanco grisáceo, se asemeja al hierro, pero es más duro y muy quebradizo. (Handbook of Chemistry and Physics, 2010). El manganeso tiene cinco ____6____ siendo los

principales: Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} , Mn^{6+} y Mn^{7+} . El ión Mn^{2+} es la especie de manganeso más _____7_____, pero puede oxidarse a estados de oxidación mayores debido al aumento del potencial. (Ipinza et al, 2007).

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4.
_____ 5. _____ 6. _____ 7.

El manganeso es un elemento esencial para la salud, ya que, el cuerpo humano contiene pequeñas cantidades de manganeso, que en condiciones normales el cuerpo las mantiene en cantidades adecuadas (ATSDR, 2000). De igual forma se presentan aspectos negativos de este metal, McFarland & Dozier (2001) establecen que el agua contaminada por manganeso tiene un sabor, olor y color indeseable, usualmente contiene bacterias que se alimentan del manganeso formando una baba de color café negro en los tanques de los inodoros que pueden tapar los sistemas de agua.

4. El jefe de laboratorio de una industria cerámica le pide a usted como analista determinar la concentración de manganeso del agua que sale como residuo de los procesos de coloración en cerámicas y vidrios ¿Qué técnica utilizaría usted para evaluar dicho parámetro? Y ¿por qué?

La Espectrometría de absorción atómica es una de las técnicas más usadas en el ámbito de la determinación del contenido de metales en una muestra. La técnica de absorción es ampliamente usada para la investigación en laboratorios, así como en la industria alimenticia, investigación ambiental, farmacéutica, y otros sectores.

Su funcionamiento se basa en absorción de radiaciones electromagnéticas que reciben las moléculas, donde la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración, para realizar este tipo de análisis se utiliza un equipo electrónico denominado espectrofotómetro, en el cual se puede seleccionar la longitud de onda de la luz que pasa por una solución y así medir la cantidad de luz absorbida por la misma. Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida y sus moléculas pueden almacenarla en forma de energía interna.

5. Para determinar la concentración de manganeso en la muestra de aguas residuales de una textilera se hace uso de la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. Para ello es necesario realizar la curva de calibración, empleando solución madre de Mn^{2+} a partir del $MnSO_4$. ¿Qué cantidad en gramos de sulfato de manganeso al 99% se requiere para preparar una solución de 250 mL con concentración 50 ppm de Mn^{2+} ? y describa el procedimiento que se debe llevar a cabo para preparar dicha solución.

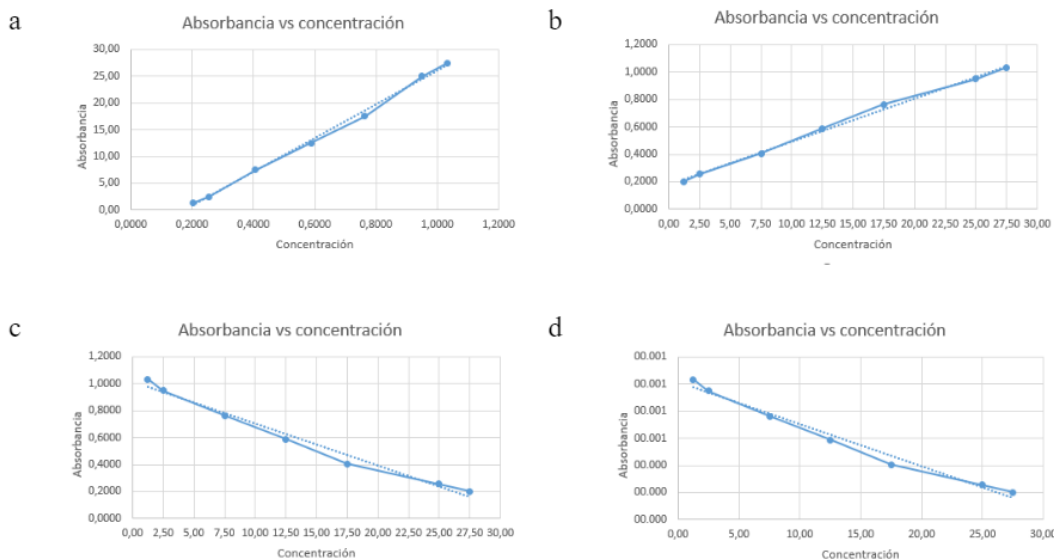
6. ¿Qué volumen en mL de solución madre de Mn^{2+} necesita para preparar soluciones patrón a 1,25, 2,5, 7.5, 12.5, 17.5, 25.0 y 27.5 ppm a 25 mL?

Al realizar la lectura de las soluciones patrón en el espectrofotómetro de absorción atómica se obtienen los siguientes resultados.

Muestra	Concentración de Mn^{2+} ppm	Absorbancia
Blanco	0	0,0035
1	1,25	0,2000
2	2,5	0,2588
3	7,5	0,4101
4	12,5	0,5918
5	17,5	0,7670
6	25,0	0,9500
7	27,5	1,0362
Problema	-----	0.4948

Tabla 1: Tabla de resultados análisis de Mn^{2+}

7. A partir de los resultados obtenidos al aplicar la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, desarrolla el tratamiento de datos correspondiente y selecciona la gráfica correspondiente a la calibración de dicho método.



8. Usted recibe una muestra de agua residual al final del proceso coloración de cerámicas, teniendo presente la calibración del espectrofotómetro de absorción atómica anteriormente realizado, determine la concentración de manganeso en partes por millón presente en la muestra problema. (Ver tabla 1)

9. Es la capacidad que tienen algunos materiales de origen biológico para ligar iones inorgánicos a la superficie de la pared celular o membrana en un proceso de equilibrio (Escobedo, 2018).

- A. Desorción.
- B. Filtración por membrana.
- C. Osmosis.
- D. Bioadsorción.

10. Técnica no convencional que permite la regeneración de bioadsorbentes para ser reutilizado; que implica intercambio iónico o complejación, donde los iones inorgánicos son eludidos del bioadsorbente por una solución extractora.

- A. Bioadsorción.
- B. Filtración por membrana.
- C. Desorción.

D. Osmosis.

Anexo 6.

Matriz de evaluación prueba diagnóstica, informe de TPL, sustentación y prueba final.

Competencia	Indagar	Identificar	Explicar	Comunicar	Trabajo en Equipo
5.0 Excelente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sigue instrucciones adecuadamente. 2. Hace uso adecuado de materiales de laboratorio y recursos tecnológicos. 3. Hace uso de fuentes teóricas para dar explicación a fenómenos. 4. Organiza información relevante para responder una pregunta. 5. Establece relación entre la información contenida en tablas con conceptos científicos. 6. Formula preguntas sobre los fenómenos de adsorción y desorción. 7. Desarrolla procedimientos para abordar problemas científicos y posibles estrategias de solución. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprende el concepto de adsorción y desorción teniendo presente sus diferencias experimentales y conceptuales. 2. Identifica adecuadamente las variables involucradas en el proceso y su relación. 3. Observa y describe el fenómeno de adsorción y desorción. 4. Identifica las gráficas que relacionan adecuadamente las variables concentración vs absorbancia y número de onda vs porcentaje de transmitancia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formula razones a los fenómenos de desorción y adsorción. 2. Crea argumentos lógicos y propositivos del fenómeno de adsorción y desorción. 3. Establece relaciones de causa y efecto. 4. Combina ideas en la construcción de argumentos. 5. Emplea ideas y técnicas matemáticas. 6. Explica el fenómeno de adsorción y desorción utilizando representaciones conceptuales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce el lenguaje científico. 2. Hace uso acertado del lenguaje científico. 3. Utiliza conceptos para analizar observaciones y trabajos prácticos de laboratorio. 4. Organiza de diversas formas y adecuadamente la información. 5. Comprende textos científicos. 6. Comunica ideas de manera oral y escrita. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participa con libertad de expresión en una discusión. 2. Respeta la opinión de los demás. 3. Acepta responsabilidades específicas y cumple con cabalidad y oportunamente las mismas. 4. Trabaja individualmente. 5. Trabaja en grupos.

	8. Realiza experimentos y demostraciones. 9. Realiza mediciones de diferentes magnitudes. 10. Recolecta datos y diseña gráficas a partir de información recogida. 11. Resuelve problemas de lápiz y papel con dos y más variables.	5. Describe la interacción de los iones involucrados y el fenómeno de adsorción y desorción.			
4.0 Sobresaliente	1. Sigue algunas instrucciones adecuadamente. 2. Hace uso adecuado de algunos materiales de laboratorio y de algunos recursos tecnológicos. 3. Hace uso de algunas fuentes teóricas para dar explicación a un fenómeno. 4. Organiza levemente información relevante para responder una pregunta. 5. Establece alguna relación entre la información contenida en tablas con conceptos científicos.	1. Comprende el concepto de adsorción y desorción teniendo presente la mayoría de sus diferencias experimentales y conceptuales. 2. Identifica algunas variables involucradas en el proceso y su relación. 3. Observa y describe levemente el fenómeno de adsorción y desorción. 4. Identifica levemente las gráficas que relacionan adecuadamente las variables concentración vs absorbancia y número de	1. Fórmula algunas razones a los fenómenos de desorción y adsorción. 2. Crea algunos argumentos lógicos y propositivos del fenómeno de adsorción y desorción. 3. Establece algunas relaciones de causa y efecto. 4. Combina algunas ideas en la construcción de argumentos. 5. Emplea algunas ideas y técnicas matemáticas.	1. Reconoce la mayoría del lenguaje científico. 2. Hace un uso aproximado del lenguaje científico. 3. Utiliza algunos conceptos para analizar observaciones y trabajos prácticos de laboratorio. 4. Organiza adecuadamente la mayoría de la información. 5. Comprende algunos textos científicos.	1. Participa de vez en cuando en una discusión. 2. Respeta la opinión de los demás. 3. Acepta responsabilidades específicas, pero no cumple a cabalidad y oportunamente las mismas. 4. Trabaja de manera individual en algunas ocasiones. 5. En algunas ocasiones trabaja en grupos.

	<p>6. Formula algunas preguntas sobre los fenómenos de adsorción y desorción.</p> <p>7. Desarrolla algunos procedimientos para abordar problemas científicos y posibles estrategias de solución.</p> <p>8. Realiza algunos experimentos y demostraciones.</p> <p>9. Realiza algunas mediciones de diferentes magnitudes.</p> <p>10. Recolecta algunos datos y diseña algunas gráficas a partir de información recogida</p> <p>11. Resuelve algunos problemas de lápiz y papel con dos y más variables.</p>	<p>onda vs porcentaje de transmitancia.</p> <p>5. Describe levemente la interacción de los iones involucrados y el fenómeno de adsorción y desorción.</p>	<p>6. Explica levemente el fenómeno de adsorción y desorción utilizando representaciones conceptuales.</p>	<p>6. Comunica algunas ideas de manera oral y escrita.</p>	
<p>3.0 Aceptable</p>	<p>1. Sigue pocas instrucciones adecuadamente.</p> <p>2. Hace uso adecuado de pocos materiales de laboratorio y de pocos recursos tecnológicos.</p>	<p>1. Comprende el concepto de adsorción y desorción teniendo presente algunas de sus diferencias experimentales y conceptuales.</p>	<p>1. Fórmula pocas razones a los fenómenos de desorción y adsorción.</p> <p>2. Crea pocos argumentos lógicos y propositivos del fenómeno de desorción.</p>	<p>1. Reconoce levemente el lenguaje científico.</p> <p>2. Hace poco uso del lenguaje científico.</p> <p>3. Utiliza pocos conceptos para analizar observaciones</p>	<p>1. Participa poco en una discusión.</p> <p>2. Respeta la opinión de los demás.</p> <p>3. Acepta algunas responsabilidades específicas, pero cumple a cabalidad</p>

	<p>3. Hace poco uso de fuentes teóricas para dar explicación a un fenómeno.</p> <p>4. Organiza poca información relevante para responder una pregunta.</p> <p>5. Establece poca relación entre la información contenida en tablas con conceptos científicos.</p> <p>6. Fórmula pocas preguntas sobre los fenómenos de adsorción y desorción.</p> <p>7. Desarrolla pocos procedimientos para abordar algunos problemas científicos y posibles estrategias de solución.</p> <p>8. Presenta algunas confusiones en la realización de experimentos y demostraciones.</p> <p>9. Realiza pocas mediciones de diferentes magnitudes.</p> <p>10. Recolecta pocos datos y diseña pocas gráficas a partir de información recogida.</p>	<p>2. Identifica pocas variables involucradas en el proceso y su relación.</p> <p>3. Observa y describe poco el fenómeno de adsorción y desorción.</p> <p>4. Identifica algunas de las gráficas que relacionan las variables concentración vs absorbancia y número de onda vs porcentaje de transmitancia.</p> <p>5. Hace referencia a la interacción de los iones involucrados con el fenómeno de adsorción y desorción, pero no la describe.</p>	<p>3. Establecen pocas relaciones de causa y efecto.</p> <p>4. Combina pocas ideas en la construcción de argumentos.</p> <p>5. Emplea pocas ideas y técnicas matemáticas.</p> <p>6. Explica poco el fenómeno de adsorción y desorción utilizando representaciones conceptuales,</p>	<p>y trabajos prácticos de laboratorio.</p> <p>4. Organiza adecuadamente algunas fuentes de información relevantes.</p> <p>5. Comprende pocos textos científicos.</p> <p>6. Comunica pocas ideas de manera oral y escrita.</p>	<p>y oportunamente las mismas.</p> <p>4. No trabaja de manera individual.</p> <p>5. Trabaja en grupos.</p>
--	--	--	---	--	--

	11. Se le dificulta resolver problemas de lápiz y papel con dos y más variables.				
2.0 Insuficiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sigue muy pocas instrucciones adecuadamente. 2. Hace muy poco uso adecuado de materiales de laboratorio y muy poco uso de recursos tecnológicos. 3. Hace muy poco uso de fuentes teóricas para dar explicación a un fenómeno. 4. Organiza muy poca información relevante para responder una pregunta. 5. Establece muy poca la relación entre la información contenida en tablas con conceptos científicos. 6. Fórmula muy pocas preguntas sobre los fenómenos de adsorción y desorción. 7. Desarrolla muy pocos procedimientos para abordar problemas científicos y 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprende levemente el concepto de adsorción y desorción, pero no tiene presente sus diferencias experimentales y conceptuales. 2. Identifica muy pocas variables involucradas en el proceso y su relación. 3. Observa y describe muy poco el fenómeno de adsorción y desorción. 4. Identifica pocas gráficas que relacionan las variables concentración vs absorbancia y número de onda vs porcentaje de transmitancia. 5. Identifica la interacción de los iones involucrados, pero no describe el fenómeno de adsorción y desorción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fórmula muy pocas razones a los fenómenos de desorción y adsorción. 2. Crea muy pocos argumentos lógicos y propositivos del fenómeno de adsorción y desorción. 3. Establece muy pocas relaciones de causa y efecto. 4. Combina muy pocas ideas en la construcción de argumentos. 5. Emplea muy pocas ideas y técnicas matemáticas. 6. Explica muy poco el fenómeno de adsorción y desorción utilizando representaciones conceptuales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce muy poco el lenguaje científico. 2. Hace un uso incorrecto del lenguaje científico. 3. Utiliza muy pocos conceptos para analizar observaciones y trabajos prácticos de laboratorio. 4. Organiza muy poco la información. 5. Comprende muy pocos textos científicos. 6. Presenta complicaciones para comunicar ideas de manera oral y escrita. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participa muy poco en una discusión. 2. No respeta la opinión de los demás. 3. Acepta pocas responsabilidades específicas y no cumple con todas a cabalidad ni oportunamente. 4. No trabaja individualmente. 5. No trabaja en grupos.

	<p>posibles estrategias de solución.</p> <p>8. Presenta confusión en la realización de experimentos y demostraciones.</p> <p>9. Presenta dificultad para realizar mediciones de diferentes magnitudes.</p> <p>10. Recolecta muy pocos datos y diseña muy pocas gráficas a partir de información recogida</p> <p>11. Presenta confusión para resolver problemas de lápiz y papel con dos y más variables.</p>				
1.0 Deficiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. No sigue instrucciones adecuadamente. 2. No hace uso adecuado de materiales de laboratorio y no de recursos tecnológicos. 3. No usa fuentes teóricas para dar explicación a un fenómeno. 4. No organiza información relevante para responder una pregunta. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No comprende el concepto de adsorción y desorción, no tiene presente sus diferencias experimentales y conceptuales. 2. No identifica muchas de las variables involucradas en el proceso y su relación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No formula razones a los fenómenos de desorción y adsorción. 2. No crea argumentos lógicos, ni propositivos del fenómeno de adsorción y desorción. 3. No establece relaciones de causa y efecto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No reconoce el lenguaje científico. 2. No hace uso del lenguaje científico. 3. No utiliza los conceptos necesarios para analizar observaciones y trabajos prácticos de laboratorio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No participa en una discusión. 2. No respeta la opinión de los demás. 3. No acepta responsabilidades específicas y no cumple a cabalidad ni oportunamente. 4. No trabaja individualmente.

	<p>5. No establece la relación entre la información contenida en tablas con conceptos científicos.</p> <p>6. No fórmula preguntas sobre los fenómenos de adsorción y desorción.</p> <p>7. No desarrolla procedimientos para abordar problemas científicos y posibles estrategias de solución.</p> <p>8. No tiene claro el desarrollo de experimentos y para hacer demostraciones.</p> <p>9. No realiza mediciones de diferentes magnitudes.</p> <p>10. No recolecta datos y no diseña gráficas a partir de información recogida</p> <p>11. No resuelve problemas de lápiz y papel con dos y más variables.</p>	<p>3. Observa y no describe el fenómeno de adsorción y desorción.</p> <p>4. No identifica las gráficas que relacionan las variables concentración vs absorbancia y número de onda vs porcentaje de transmitancia.</p> <p>5. No describe la interacción de los iones involucrados y el fenómeno de adsorción y desorción</p>	<p>4. No combina ideas en la construcción de argumentos.</p> <p>5. No emplea ideas y técnicas matemáticas.</p> <p>6. No explica el fenómeno de adsorción y desorción utilizando representaciones conceptuales.</p>	<p>4. No organiza adecuadamente la información.</p> <p>5. No comprende textos científicos.</p> <p>6. No comunica ideas de manera oral y escrita.</p>	<p>5. No trabaja en grupos</p>
--	--	---	--	--	--------------------------------

**Anexo 7. Diapositivas introducción a la adsorción y desorción.
Retroalimentación prueba diagnóstica.**



Enlace presentación completa:

https://drive.google.com/file/d/1kaulK60KQjKmo18lwePG7E6g_aHY8pEr/view?usp=sharing

Anexo 8. Trabajo practico de laboratorio desorción de manganeso.

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología; Departamento de Química

Proyecto de grado: Fortalecimiento de competencias científicas empleando trabajo práctico desorción Mn en cáscara de naranja (*Citrus sinensis*)

Directora: Dora Luz Gómez; estudiantes: Lineth Intencipa y Geraldine Pineda

Trabajo práctico de laboratorio desorción de Mn en espacio académico

Métodos de análisis químico I

**TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO
DESORCIÓN DE MANGANESO EN CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)**

1. OBJETIVOS

- Fortalecer competencias científicas, indagar e identificar en el estudiante a partir del ensayo práctico desorción de Mn (II) en muestra de cáscara de naranja pretratada.
- Preparar soluciones extractoras de HCl, H₂SO₄, NaOH, EDTA y Ca(NO₃)₂ a 0.1 M

- Realizar curva de calibración de manganeso por espectrofotometría de adsorción empleando soluciones patrón de 0, 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2.0 y 3.0 ppm
- Determinar la solución extractora (HCl, H₂SO₄, NaOH, EDTA y Ca(NO₃)₂) más eficiente para la desorción de manganeso en cáscara de naranja por espectrofotometría de absorción atómica.

2. PROCEDIMIENTO

2.1 Preparación solución extractora

2.1.1 Solución extractora de NaOH, EDTA y Ca(NO₃)₂

- Realice los cálculos pertinentes para preparar 25 ml de la solución extractora a 0.1 M de concentración.
- En un vidrio de reloj limpio y seco pese la cantidad correspondiente del reactivo sólido y transfiera cuidadosamente a un vaso de precipitado de 100 mL.
- Agregue 8 ml de agua desionizada y disuelva el sólido haciendo uso del agitador de vidrio hasta observar una mezcla homogénea.
- Transfiera la solución a un balón aforado de 25ml y realice transferencias cuantitativas.
- Tape el balón aforado y agite cuidadosamente 10 veces.
- Agregue agua desionizada hasta llegar al aforo y rotule con cinta enmascarar la solución.

2.1.2 Solución extractora de HCl, H₂SO₄

- Realice los cálculos pertinentes para preparar 25 ml de la solución extractora a 0.1 M de concentración.
- Tome un balón aforado de 25 ml previamente lavado y agregue aproximadamente 2 ml de agua desionizada.
- Con una pipeta aforada tome la alícuota correspondiente del reactivo líquido y transfiera cuidadosamente al balón aforado de 25 ml.
- Haciendo uso del frasco lavador agregue aproximadamente 8 ml de agua desionizada al balón aforado.
- Tape el balón aforado y agite cuidadosamente 10 veces.
- Agregue agua desionizada hasta llegar al aforo y rotule con cinta enmascarar la solución.

2.2 Desorción de Manganeso empleando soluciones extractoras NaOH, HCl, H₂SO₄, EDTA, Ca(NO₃)₂

- En un vidrio de reloj limpio y seco tome 0.5 g de cáscara de naranja contaminada con Mn^{2+} .
- Transfiera la muestra a un beaker de 100 ml limpio y seco.
- Agregue la solución extractora de 25 mL preparada en el punto 3.1.
- Agregue el magneto a la mezcla y déjalo en agitación constante por 90 minutos.
- Pasado el tiempo, filtre la solución con papel filtro cualitativo empleando el método de filtración al vacío.
- Del sobrenadante tome alícuota de 1 mL y llévala a un balón aforado de 25 mL, agregue 0,5 mL de $CaCl_2$ al 10 %, agite 10 veces y afore con agua desionizada.
- Rotule el balón aforado con cinta enmascarar.
- Llevar a leer la solución en el espectrofotómetro de absorción atómica.

2.3 Curva de calibración

- Realice los cálculos pertinentes para preparar 100 ml de solución stock de Mn^{2+} a 100 ppm.
- Realice los cálculos pertinentes para preparar 100 ml de solución patrón de 0.25, 0.5, 1, 1.5 y 2.0 ppm a partir de la solución stock.
- Con una pipeta tome la alícuota de solución stock necesaria para preparar la solución patrón y transfiera a un balón aforado de 25 ml limpio.
- Agregue 0,5 ml $CaCl_2$ al 10 % y 5 mL de agua desionizada, tape el balón aforado, agite cuidadosamente 10 veces y afore con agua desionizada.
- Rotule el balón aforado con cinta enmascarar.
- Agregue aproximadamente 5 ml de la solución en blanco y de los patrones en 7 tubos de análisis diferente correspondientes al equipo de absorción atómica.
- Rotule y ubíquelos en las posiciones correspondientes en el equipo.
- De inicio al funcionamiento del equipo y tome nota de los resultados obtenidos.