APRENDIZAJE DE LA FITOQUIMICA A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN Y LOS VIDEOJUEGOS

APRENDIZAGEM DE FITOQUÍMICA ATRAVÉS DE PESQUISAS E VIDEOGAMES

Castañeda Gómez, J.F.[1]; Oliveira A.[2]; Rodriguez Gilombo, F.J.[1]; Cuy Martínez, C.J.[1]

[1]Grupo Químico de Investigación y Desarrollo Ambiental, Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Surcolombiana (Colombia); [2]Programa em Rede de Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica – ProfEPT, Instituto Federal de Goiás (Goiania-Brasil).

El APRENDIZAJE BASADO EN LA INVESTIGACIÓN (ABI)

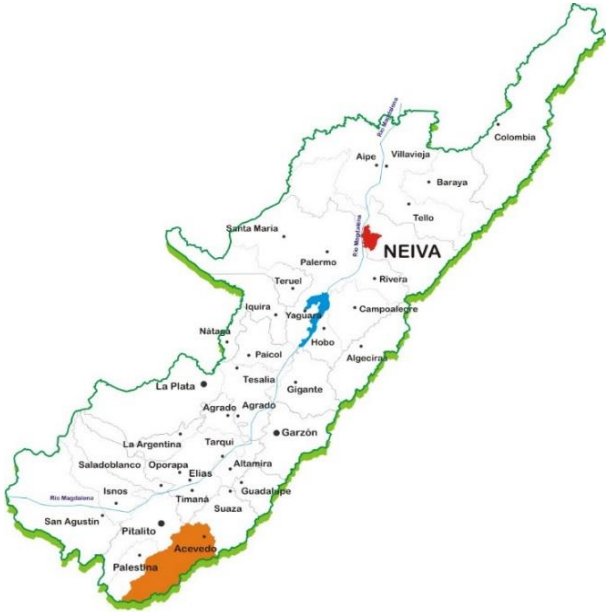
- Enfoque didáctico
- Permite hacer uso de estrategias de aprendizaje activo para el desarrollo de competencias científicas
- Aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje con el propósito de conectar la investigación con la enseñanza

Campos A. Enfoques de Enseñanza basados en el Aprendizaje. Ediciones de la U. Bogotá, 2017.

Aprendizaje sobre metabolitos secundarios

Generalidades del Eupodium pittieri

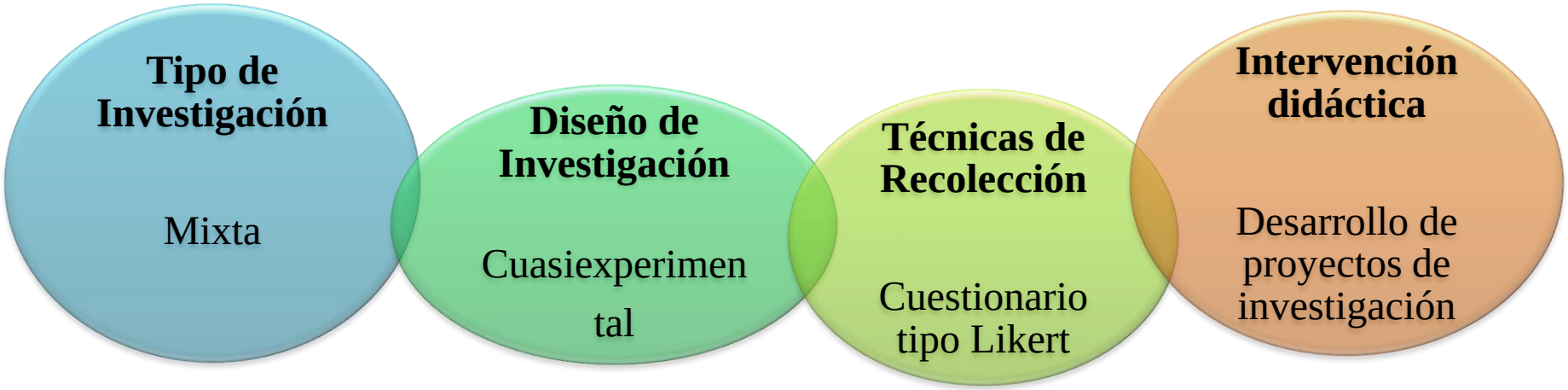
(Triana L., y Murillo J., 2005).
(Méndez C., y Murillo J., 2014).



Localización del municipio de Acevedo en el departamento del Huila

Uso tradicional: Crecimiento del Vello Facial

DISEÑO METODOLÓGICO



Muestra poblacional: 26 estudiantes de la asignatura de Fitoquímica (2019-1) del programa de Licenciatura En Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana
13 estudiantes para grupo control y 13 para grupo experimental

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2006)

1. **La fitoquímica es una disciplina de las Ciencias Naturales, que tiene como objeto de estudio reconocer la diversidad química de las especies vegetales a través del aislamiento, purificación, identificación estructural y caracterización de la actividad biológica de diversas sustancias de origen vegetal.**

De acuerdo a la información anterior, responde si estas:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
○	○	○	○	○

2. **La producción de nuevos medicamentos en la industria farmacéutica se realiza de manera sintética y el primer paso es aislar los principios activos de fuentes naturales.**

De acuerdo a la información anterior, responde si estas:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
○	○	○	○	○

3. **Para reconocer de manera preliminar los tipos de metabolitos secundarios presentes en un extracto o fracción vegetal, se acude a la realización de técnicas de análisis elemental cualitativo o tamizaje fitoquímico.**

6. **Dentro de los métodos de identificación y análisis de un compuesto desconocido, se emplean las técnicas de espectrometría de masa para determinar la distribución de las moléculas de una sustancia en función de su masa.**

De acuerdo a la información anterior, responde si estas:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
○	○	○	○	○

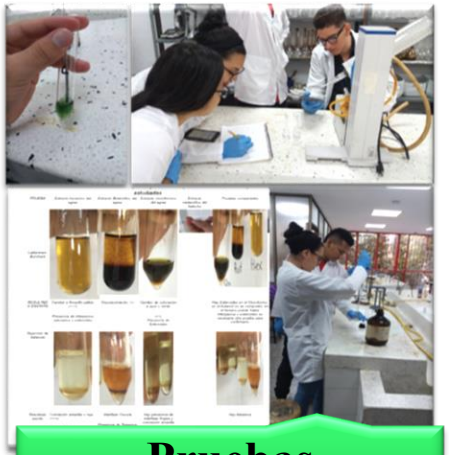
7. **Los metabolitos secundarios son los responsables del aroma, los principios activos y color de numerosas especies vegetales además de cumplir funciones específicas en los seres vivos.**

De acuerdo a la información anterior, responde si estas:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
○	○	○	○	○

8. ***"Lo semejante disuelve lo semejante"* indica el disolvente inorgánico que se debe emplear para extraer cierto tipo de metabolito secundario.**

ETAPA DE DESARROLLO

Extracción



Pruebas cualitativas

Aislamiento y purificación

Identificación Espectroscópica (Uv-Vis, IR, RMN)

ETAPA DE DESARROLLO

Escritura del informe y articulo

Socialización

Recopilación de estructura cognitiva final

GRUPO CONTROL – ENFOQUE CONDUCTISTA

Cuestionario inicial: 852/1200 puntos = Nivel de acierto inicial del 71,0%

Desviación Estándar	Varianza	Mínimo	Máximo	Media	Moda	Puntaje Total	Acierto (%)
6,605782591	43,63636364	57	79	71	77	852	71

Cuestionario final: 843/1200 puntos = Nivel de acierto final de 70,25%

Desviación Estándar	Varianza	Mínimo	Máximo	Media	Moda	Puntaje Total	Acierto (%)
3,816828765	14,56818182	63	79	70,25	69	843	70,25

GRUPO CONTROL – ENFOQUE CONDUCTISTA

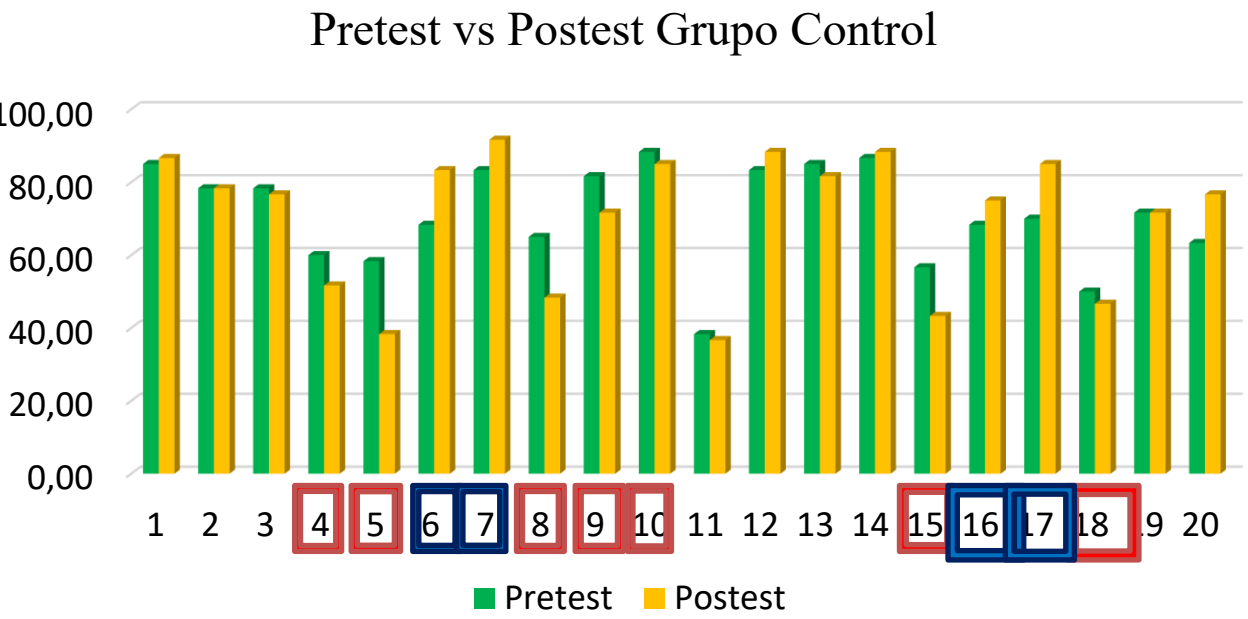


Ilustración No. 2 Estructura inicial y final del Grupo Control.

Decremento

8. *Lo semejante disuelve lo semejante"* indica el disolvente que se debe emplear para extraer cierto tipo de metabolito secundario.

9. La bioprospección agrupa una serie de procedimientos que permiten caracterizar el potencial biológico de una sustancia química.

Incremento

6. Dentro de los métodos de identificación y análisis de un compuesto desconocido, se emplean las técnicas de espectrometría de masas para determinar la distribución de las moléculas de una sustancia en función de su masa.

7. Los metabolitos secundarios son los responsables del aroma, los principios activos y color de numerosas especies vegetales además de cumplir funciones específicas en los seres vivos.

GRUPO EXPERIMENTAL – ENFOQUE ABI

Cuestionario inicial: 966/1400 puntos = 69%

Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Máximo	Media	Moda	Puntaje Total	Acierto (%)
7,912988349	62,61538462	52	80	69	69	966	69

Cuestionario final 1061/1400 = 75,78%

Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Máximo	Media	Moda	Puntaje Total	Acierto (%)
5,38057148	28,95054945	67	88	75,78571429	79	1061	75,78

GRUPO EXPERIMENTAL – ENFOQUE ABI

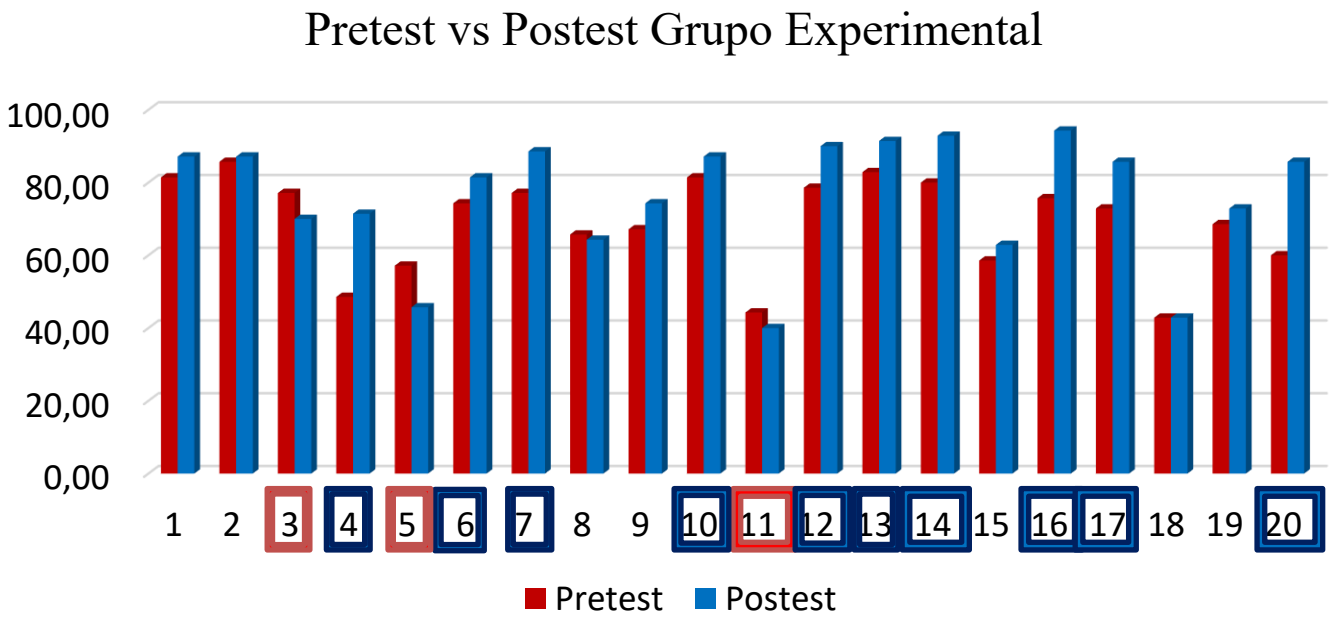


Ilustración No. 4 Estructura inicial y final del Grupo Experimental.

Decremento

5. Los metabolitos secundarios por su origen biosintético se pueden clasificar en: Acetato- Malonato, Acetato-Mevalonato, Mixta, Siquimico, Acetato y Dox- Mep.

Incremento

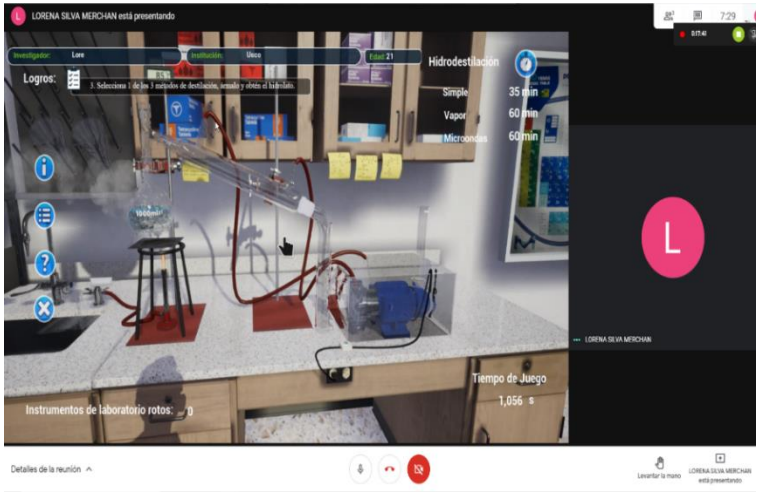
14. La Investigación fitoquímica permite soportar científicamente el uso de los productos naturales de origen vegetal.

15. El aislamiento de sustancias de especies vegetales se realiza mediante maceración exhaustiva con disolventes según su polaridad.

17. En la determinación de algunos tipos de metabolitos secundarios se recurre al empleo de la cromatografía en capa fina, teniendo en cuenta el factor de retención junto al color; que dependerá este último de un revelador para indicar la presencia del mismo.

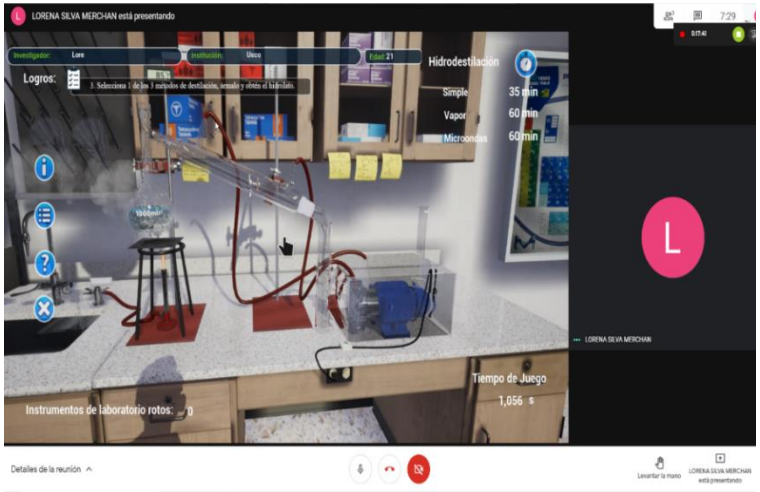
Diseño y Aplicación de un simulador de laboratorio

Serranía “Las Minas” a 2.430 m.s.n.m., área ubicada en la vereda la Península del Municipio de Tarqui (Huila)-Colombia



Motor de videojuegos Unreal Engine 4, versión 4.24
Duración: 1 Año

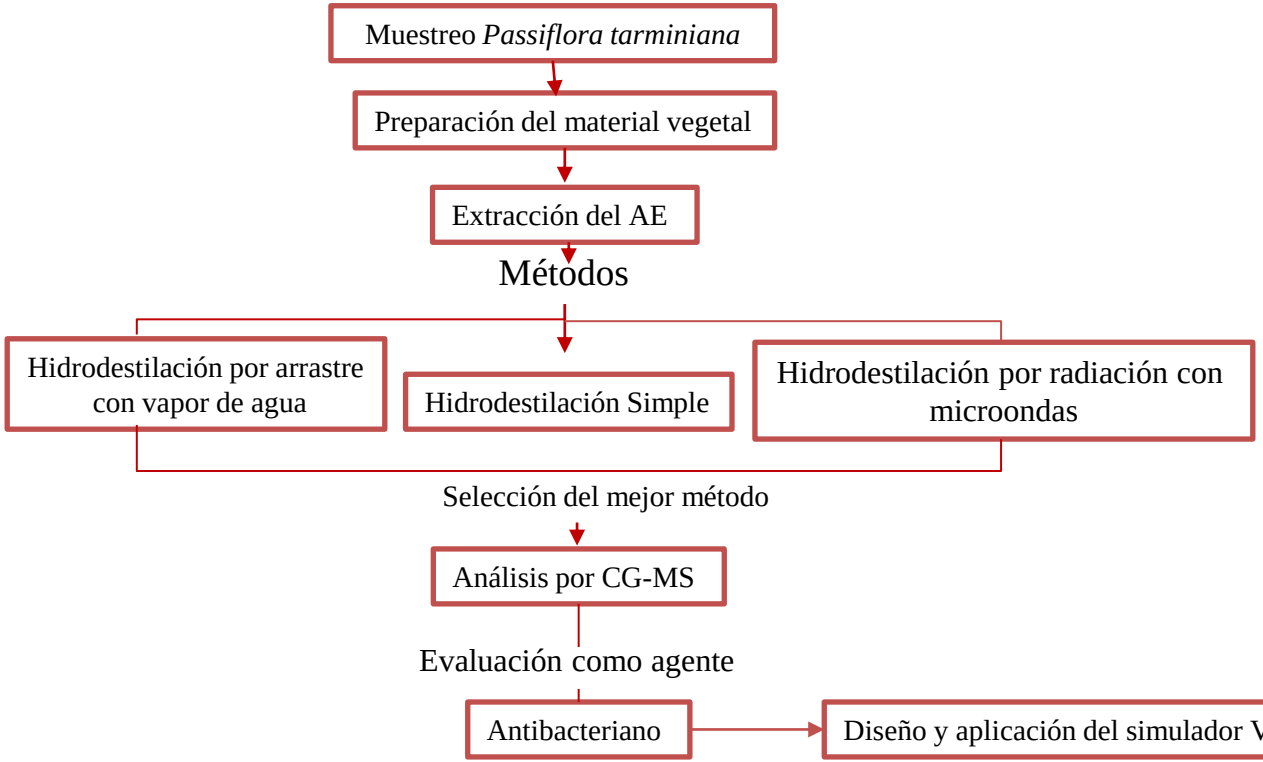
Diseño y Aplicación de un simulador de laboratorio



Motor de videojuegos Unreal Engine 4, versión 4.24
Duración: 1 Año
Framework: EpiGame
Blueprints: Lenguaje de programación C+

Etapa 1: Prototipado de nivel, pinceles de geometría y modificadores
Etapa 2: Modelado y simulación de Assets: Blender y cinema 4D, Carta poligonal (4000), Normales, uvMapping (Blender), Texel density (1024), texturizado (substance painter, resolución 1024 y 2048)
Etapa 3: Ambientación e iluminación (Unreal engine 4, formato fbx, fluidos (Geometry Cache)
Etapa 4: Programación de la simulación (Blueprints)
Etapa 5: Optimización del simulador

Metodología



Metodología

Fase de Intervención Didáctica

- Caracterización del grupo → Definición del grupo control y experimental
- Aplicación del Cuestionario (Pretest) → Escalamiento tipo Likert
  - Bajo costo
  - Recolección de datos antes y después
- Aplicación del Simulador virtual
  - Guía del estudiante
  - Sesiones guiadas
- Aplicación del Cuestionario Final (Postest)

hipótesis nula (H_0): El aprendizaje abordado con el simulador virtual para la extracción del aceite esencial de la *Passiflora tarminiana* no permite la definición de los conceptos establecidos para el grupo de estudio

hipótesis alterna (H_A): el aprendizaje abordado con el simulador virtual para la extracción del aceite esencial de la *Passiflora tarminiana* permite la resignificación de los conceptos establecidos para el grupo de estudio

Metodología

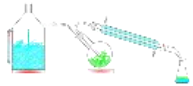
9. El diclorometano es uno de los disolventes empleados por excelencia en la separación líquido-líquido, ya que permite el arrastre del aceite de un hidrolato por su mayor solubilidad

De acuerdo a la información anterior, responde si estas:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe, no responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
○	○	○	○	○

10. El nombre de cada una de las 3 técnicas que se muestran a continuación y que pueden emplearse para la obtención de aceites esenciales son: 1: Destilación por arrastre con vapor de agua. 2: Destilación simple 3: Destilación asistida por microondas

1.

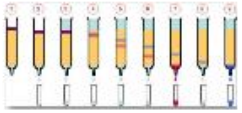
2.



3.

De acuerdo a la información anterior, responde si estas:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe, no responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
○	○	○	○	○

a. Cromatografía en columna



b. Tamizado

c. Sedimentación

d. Destilación

De acuerdo a la información anterior, responde si estas:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe, no responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
○	○	○	○	○

8. El Cromatógrafo de gases acoplado a masas se emplea para identificar y cuantificar los componentes volátiles de los aceites esenciales con un alto grado de efectividad.

De acuerdo a la información anterior, responde si estas:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe, no responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
○	○	○	○	○

7. Todos los equipos mostrados en las imágenes se usan en un proceso de obtención de aceites esenciales en el laboratorio.

Concepto	Peso conceptual (%)	Items
Fundamentos de Aceites esenciales	21	3
Normas y equipos de bioseguridad	7.1	1
Instrumentos y equipos de laboratorio	14.2	2
Técnicas de separación de aceites esenciales	28.5	4
Técnicas de identificación de aceites esenciales	14.2	2
Tratamiento del material vegetal	7.1	1

1. Un aceite esencial es una mezcla de componentes volátiles presentes en plantas aromáticas que han demostrado tener potencial biológico, por ejemplo, como antimicrobianos.

Resultados y Análisis

Rendimiento

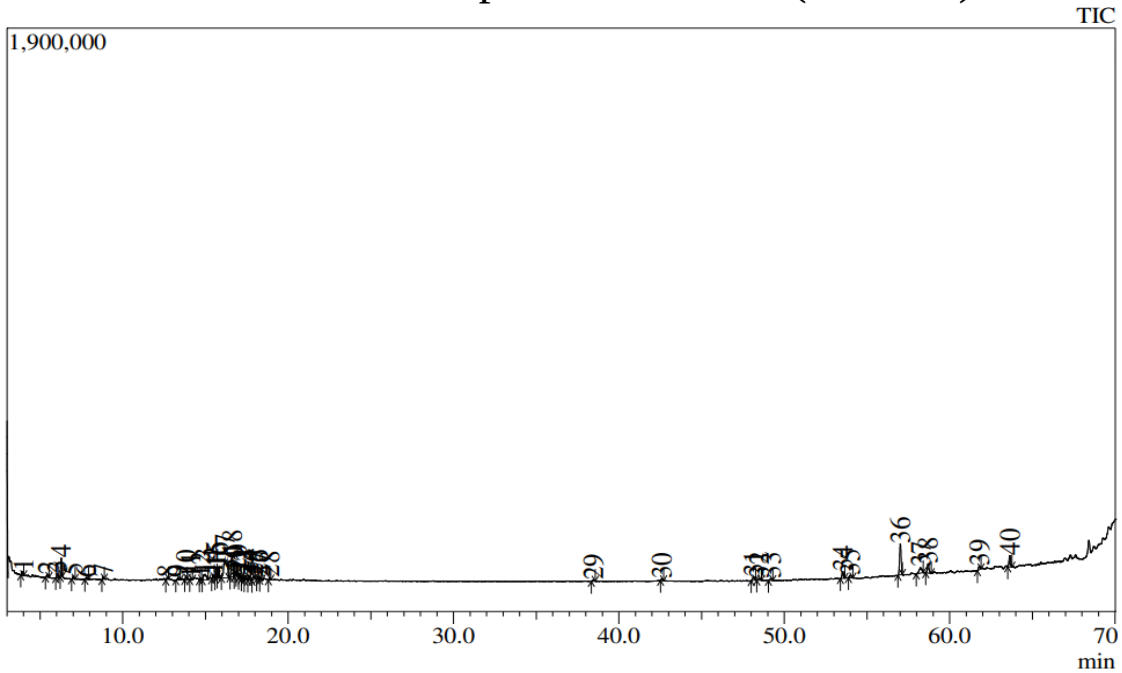
Destilación asistida por microondas:	1,75%
Destilación por arrastre con vapor de agua:	0,88%
Destilación Simple:	0,79%

- Extracción de hidrolato asistida con microondas representa una opción con alto potencial, debido a que requiere de tiempos cortos y bajos consumos energéticos.

Guarín, O. D., & Barajas-Solano, A. F. (2015)

Cromatograma de Gases del aceite esencial

Aceite esencial de las partes aéreas de la planta (tallo, hojas, flores, semillas), extraído por el método de hidrodestilación mediada por microondas (ACMM)



Resultados y Análisis

Composición química del aceite esencial de las partes aéreas de la Passiflora tarminiana por el método de hidrodestilación mediada por microondas

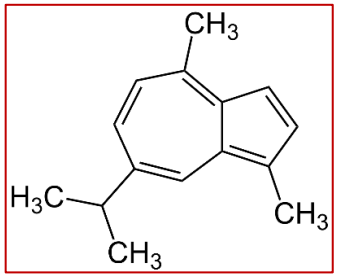
Número	t_R	Nombre	% de área
1	3,916	1,3,5-Cicloheptatrieno	1,14
2	5,47	2-ciclopenteno-1-ona	1,08
3	6,053	etilbenceno	1,47
4	6.286	o-xileno	5,33
5	7.016	etilbenceno	0,95
6	7.804	2-pentenal	0,63
7	8.830	4,5-dimetil-1-hexeno	0,68
8	12.704	2,2-dimetil-3-Hexanona	0,67
9	13.369	2,2-dimetil- Butano	1,05
10	13,369	2,2,5,5-tetrametil- Hexano	0,94
11	14,119	2,2-dimetil- Butano	0,51
12	14,702	2,2-dimetil- Butano	0,53
13	14,979	2,2-dimetil- Butano	4,56
14	15,467	3,5-dimetil- Octano	1,19
15	15,648	2-bromo- Octano	2,59
16	15,779	Tridecano	2,19
17	16,162	6-metilheptil vinil- éter	16,41
18	16,608	2,4-dimetil- Hexano	10,27
19	16,806	2,3-dimetil- pentano	0,74
20	16,91	2-butil-1-octanol	1,12
21	17,081	2-metil-octano	1,4
22	17,234	2,3,5-trimetil-hexano	1,2
23	17,433	2,2-dimetil-pentano	1,51
24	17,64	2,2-dimetil-Butano	1,56
25	17,904	2,2-dimetil-Butano	1,52
26	18,181	2,2-dimetil-Butano	0,71
27	18,351	Tetrahidro-2-furanmetanol	0,5
28	18,878	2,4-dimetil- pentano	0,76
29	38,454	3metil-3-buteno-2-uno	0,72
30	42,596	2,2-dimetil-Butano	0,65
31	48,146	2-bromo- Octano,	1,68
32	48,459	2,2-dimetil- Butano	1,01
33	49,199	1,4-dimetil-7-(-1metiletil)-azuleno,	0,97
34	53,532	2-butil-1-octanol	2,69
35	53,984	3,3,5-trimetil- heptano,	1,29
36	57,014	acido 1,2-bencenodicarboxílico	13,03
37	58,244	3,7-dimetil-1-octeno	4,18
38	58,686	nonano	4,29
39	61,801	1-bromo- decano	1,66
40	63,631	4-metil- Tridecano	4,63

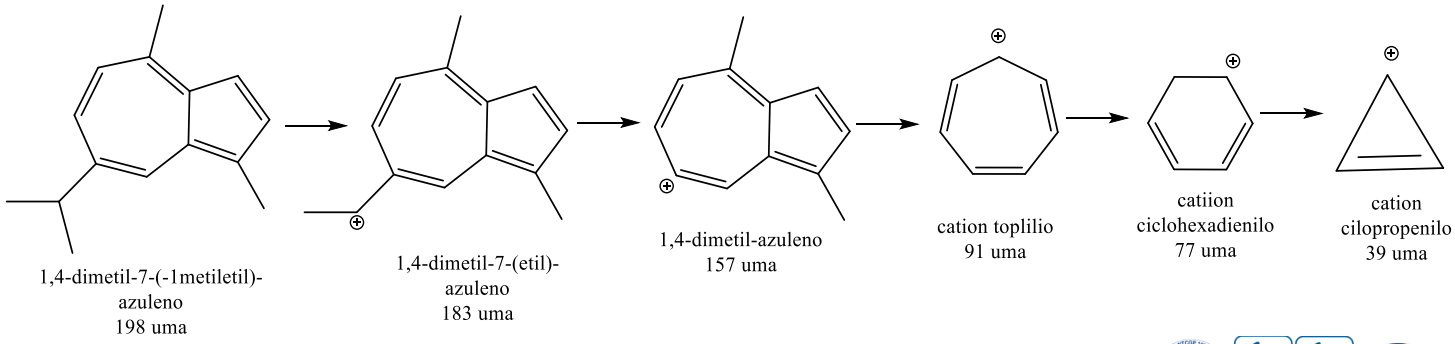
En su mayoría compuesto por hidrocarburos alifáticos, tales como :alcanos, alquenos de cadena corta y cadena larga, alcoholes, cetonas y aldehídos

Resultados y Análisis

El compuesto 1,4-dimetil-7-(-1-metiletil)-azuleno mostró un pico de ion molecular *m/z*, de 198 uma. Se aprecia la similitud de los siguientes picos con valores *m/z* de 153, 165, 183, 198, que se encuentran presentes tanto en el espectro experimental como en el teórico.

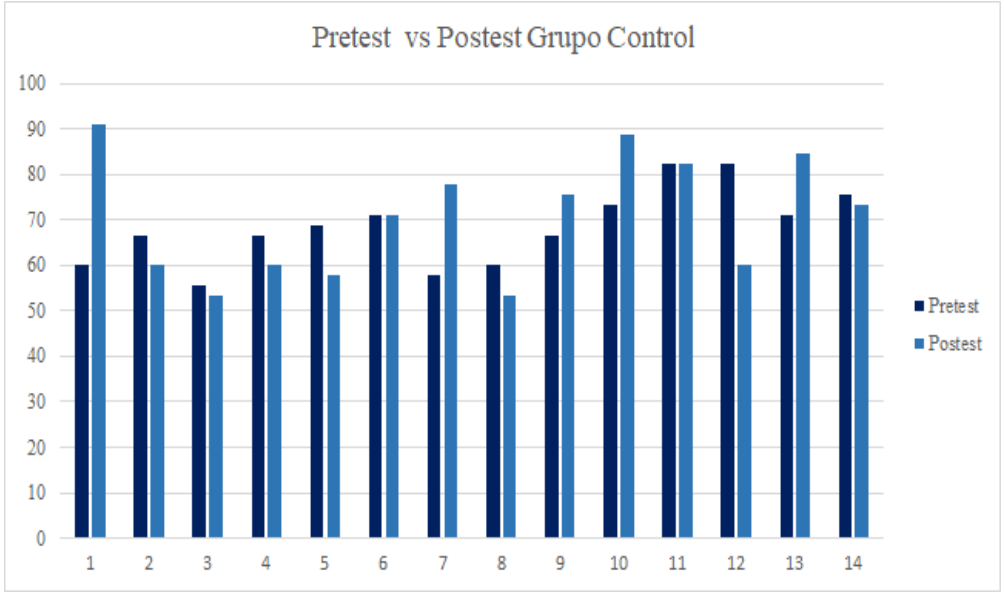
Fragmentación de 1,4-dimetil-7-(-1-metiletil)-azuleno





Resultados y Análisis

Enseñanza tradicional-Enfoque conductista



	Pretest	Postest	
% acierto:	68,41%	70,63%	2,22% ↑
	431/630	445/630	

Runyon y Haber (1986), indican que una diferencia superior al 5% es suficiente para determinar que la estrategia didáctica es responsable en el grado de aprendizaje alcanzado.

Ítems

5 ↑

6 ↓

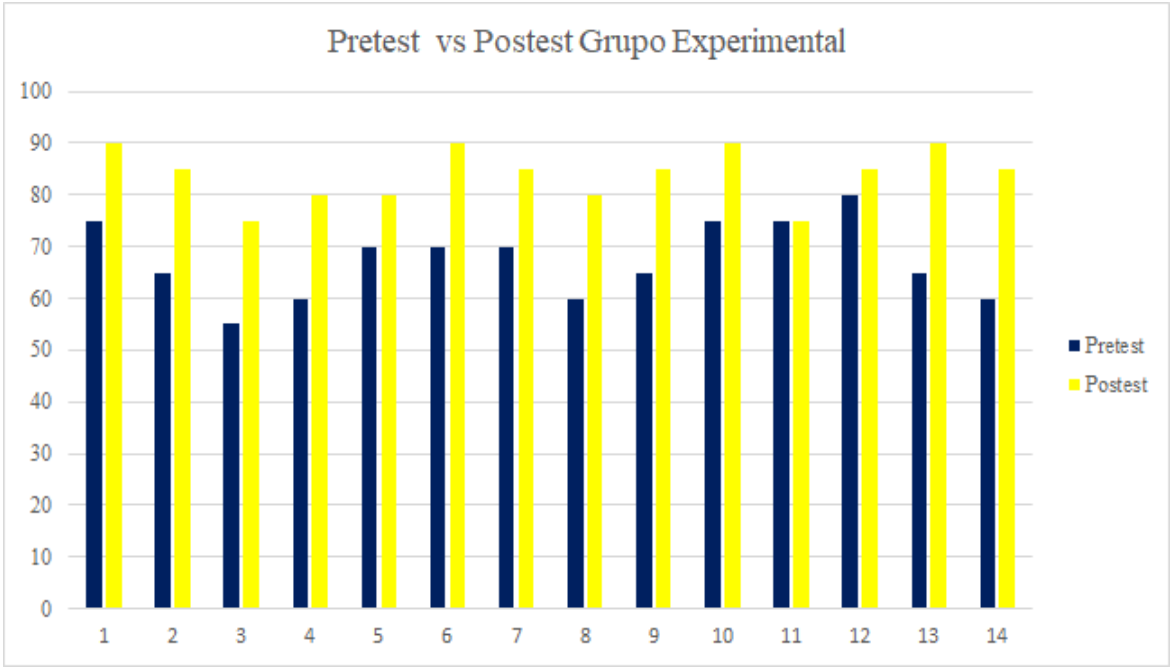
2 =

Aplicación del Videojuego
Extracción e identificación de Aceites esenciales

Aplicativo de videogameExtração e identificação de óleos essenciais

Resultados y Análisis

Aprendizaje basado en el Videojuego



	Pretest	Postest	
% acierto:	67,50%	83,92%	16,44% ↑
	189/280	235/280	

Ítems

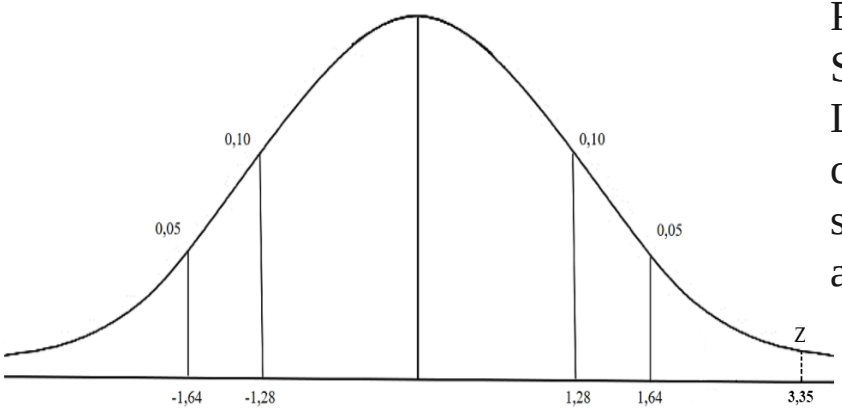
11 ↑

1 =

Runyon y Haber, 1986
Resultado responsable de la intervención didáctica donde se utilizó el simulador para la extracción de aceites esenciales

Resultados y Análisis

Comparación entre el Grupo Control vs Experimental



Rechazo de la hipótesis nula (H_0)
Se acepta la hipótesis alternativa planteada (H_A)
La estrategia didáctica del aprendizaje de aceites esenciales con el simulador en el grupo experimental incide de manera significativa en el aprendizaje de los conceptos de Fitoquímica asociados a aceites esenciales.

El valor obtenido para Z, se ubica en la zona de alta significancia de la curva binomial, además presenta un intervalo menor a 0.10 y 0.05

Resultados y Análisis

Aspectos del Aprendizaje para el Grupo Experimental

Ventajas

- ✓ Herramienta offline
- ✓ Gráficos

- ✓ Interacción

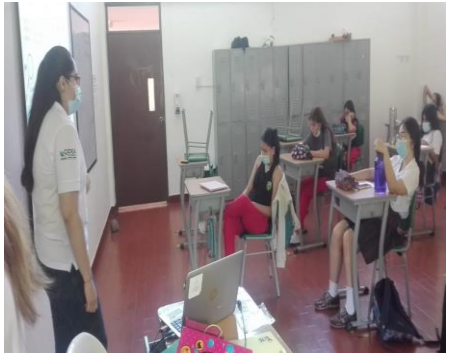
Desventajas

- ✓ Características de las computadoras

Estudio Fitoquimico del Zapallo

Aprendizaje de los Grupos Funcionales

- Caracterización del grupo
- Aplicación del Cuestionario (Pretest)
  - Escalamiento tipo Likert
    - Bajo costo
    - Recolección de datos antes y después
- Investigación Fitoquímica del Zapallo
  - Sesiones guiadas
  - Actividades (taller)
- Aplicación del Cuestionario Final (Postest)



METODOLOGÍA

CUESTIONARIO PARA ESTIMAR EL CONOCIMIENTO SOBRE GRUPOS FUNCIONALES ORGÁNICOS EN ESTUDIANTES DEL GRADO DECIMO DEL COLEGIO GIMNASIO ASPAEN YUMANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA A PARTIR DEL ESTUDIO FITOQUIMICO DEL ZAPALLO

NOMBRE: _____

EDAD: _____

GRADO: _____

AFIRMACIONES. Marca con X tu respuesta en cada caso para el enunciado que se encuentra resaltado en negro.

1. El zapallo es un alimento que contiene una gran cantidad de sustancias químicas. Para diferenciar estas sustancias químicas es indispensable la identificación de los grupos funcionales presentes en cada uno de estos compuestos, por lo tanto, **un grupo funcional orgánico es un conjunto de átomos responsables del comportamiento químico de una molécula**, por ejemplo, el color del fruto del zapallo es amarillo debido a la presencia de terpenos como el b-caroteno.

De acuerdo con la información anterior, responde si esta:				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en Desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
◯	◯	◯	◯	◯

2. **Los grupos funcionales permiten clasificar a las moléculas orgánicas como un alcano, alqueno, alquino, aromático, cetona, aldehído, alcohol, éter, éster, ácido carboxílico, amina, amida y anhídrido, nitrilo o tioéter.** Estos grupos funcionales son los responsables del color, sabor y olor de muchos frutos.

Encuesta tipo Likert: 12 preguntas

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Ítem	casos																		total	Aciertos (%)
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18		
1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	26	28,89
2	1	5	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	34	37,78
3	4	2	4	4	4	2	4	2	4	4	4	2	2	4	1	4	4	1	56	62,22
4	1	1	2	2	2	2	2	2	2	4	5	2	2	1	2	1	5	5	43	47,78
5	3	2	3	2	3	2	3	3	4	4	1	2	3	1	2	2	2	3	45	50,00
6	2	2	2	2	2	4	2	5	2	4	5	4	2	3	4	5	2	2	54	60,00
7	5	5	2	4	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	5	2	5	55	61,11
8	2	2	4	4	2	2	2	3	2	4	5	2	2	5	2	2	2	5	52	57,78
9	5	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	37	41,11
10	5	5	2	2	2	5	2	4	5	5	4	5	2	2	2	2	2	3	59	65,56
11	2	2	2	2	2	4	2	5	2	2	2	1	2	5	4	2	1	1	43	47,78
12	2	5	2	2	2	1	2	2	2	4	2	1	2	1	4	4	2	1	41	45,56
Total	33	34	28	29	30	29	25	33	31	39	35	27	25	30	31	31	26	29	545	50,46

Antes de la Intervención Didáctica

Tabla N° 2. Estructura cognitiva inicial en el pre-test del Grado décimo

Antes de la Intervención Didáctica: Aprendizaje por investigación

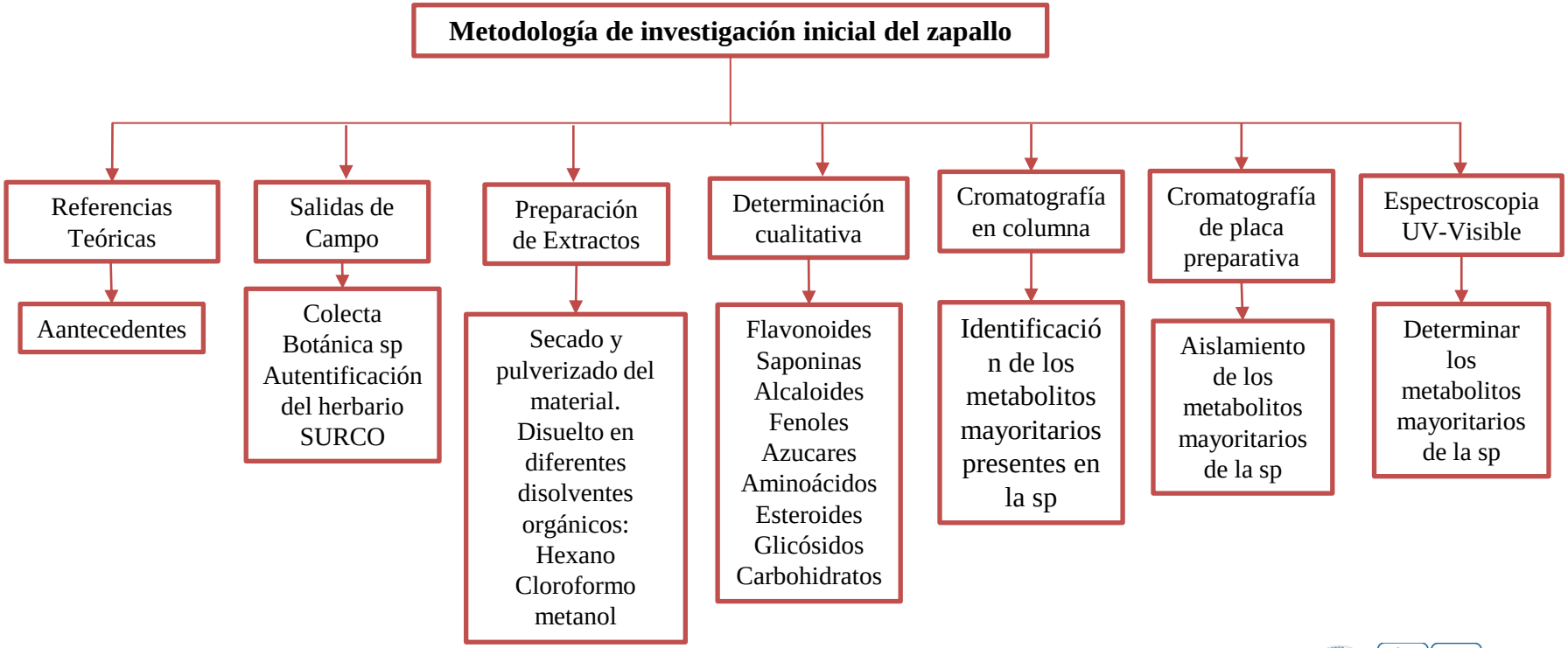
Fase de pre-test de las estudiantes del grado decimo del Colegio Gimnasio Aspaen Yumaná

Desviación estándar	varianza	mínimo	máximo	media	moda	Puntaje total	Aciertos (%)
3,62679	13,15359	25	39	30,27778	29,0	545	50,46

Tabla N° 7. Medidas de tendencia central obtenidas en el pre-test.

.

METODOLOGÍA



RESULTADOS Y ANÁLISIS

MASA DE LOS EXTRACTOS PURIFICADOS		
HEXANICO	**CLOROFORMICO**	**METANOLICO**
•Extracto de semillas: 6,45 g •Extracto de flores: 0,19 g •Extracto de hojas: 2,21 g •Extracto de tallos I: 1,12 g •Extracto de tallos II: 0,66 g.	•Extracto de las semillas: 5,4492 g. •Extracto de las flores: 0,6946 g. •Extracto de las hojas I: 2,7781 g. •Extracto de las hojas II: 0,1317 g. •Extracto de los tallos: 2,3599 g.	•Extracto de las semillas: 3.9342 g. •Extracto de la flor: 0,3801 g. •Extracto de las hojas I: 1,2613 g. •Extracto de las hojas II: 1,7011 g.

Datos de la masa de los extractos, en cada uno de los disolventes orgánicos empleados

Extracción de la muestra de las partes de la planta en disolvente Cloroformo.1. Flor, 2. Semillas. 3. Hojas. 4. Tallos.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Intervención Didáctica

Figura N° 16. a. identificación de los metabolitos secundarios de sp, por las estudiantes del grado decimo

Determinación de pruebas cualitativas colorimétricas del grado decimo		
Metabolitos	**Pruebas**	**resultados**
Flavonoides	H_2SO_4	++
Terpenos y/o triterpenos	Lieberman-Buchard	++

Resultados de las pruebas cualitativas del grado decimo

Figura N° 17. prueba de H_2SO_4 para reconocer flavonoides

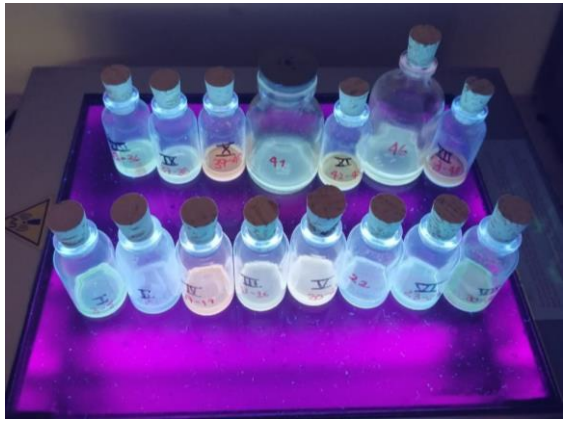
RESULTADOS Y ANÁLISIS

METABOLITOS	PRUEBA	EXTRACTO HEXANICO				EXTRACTO CLOROFORMICO				EXTRACTO METANOLICO			
		F	S	H	T	F	S	H	T	F	S	H	T
FLAVONOIDES	Shinoda	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
	Zn+ HCL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H_2SO_4	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-
SAPONINAS	Prueba de espuma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALCALOIDES	Dragendorff	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
	Mayer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Wagner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
FENOLES	$FeCl_3$	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
AZUCARES	Fehling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMINOACIDOS	Ninhidrina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESTEROIDES Y/O TRITERPENOS	Lieberma-Buchard	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
GLICOSIDOS	Antrona	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
CARBOHIDRATO	Molish	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-

F= Flores; S= Semillas; H= Hojas; T= Tallos.
Signo + = Presencia del metabolito
Signo - = Ausencia del metabolito

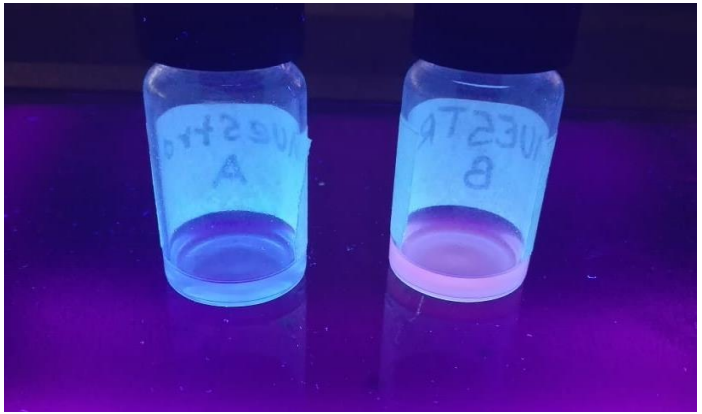
Resultados generales de las pruebas colorimétricas de los extractos de la especie vegetal *Cucurbita maxima* duch.

RESULTADOS Y ANÁLISIS



a

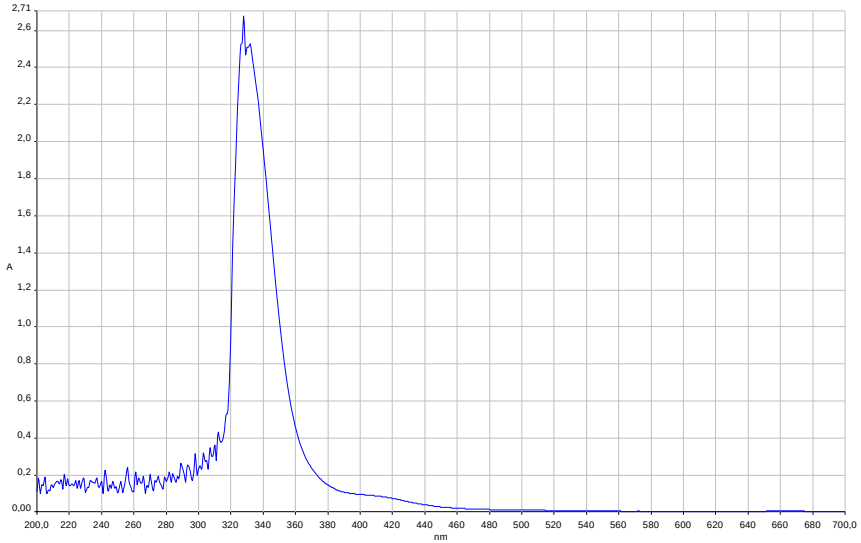
.



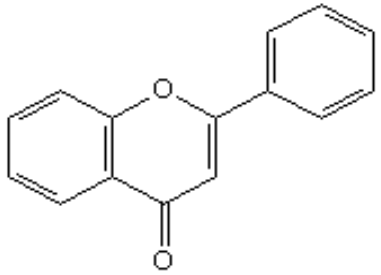
b.

Radiación UV de las Fracciones del extracto de tallo en metanol. b. Muestras con los metabolitos aislados de la especie *Cucurbita maxima*

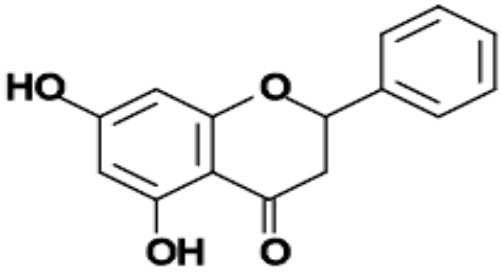
RESULTADOS Y ANÁLISIS



Espectro UV de una fracción obtenida por Cromatografía en Capa Fina Preparativa.



FLAVONA



Flavanona

Intervención Didáctica

Identificación de los grupos funcionales presentes en la estructura molecular de flavonoides y esteroides.

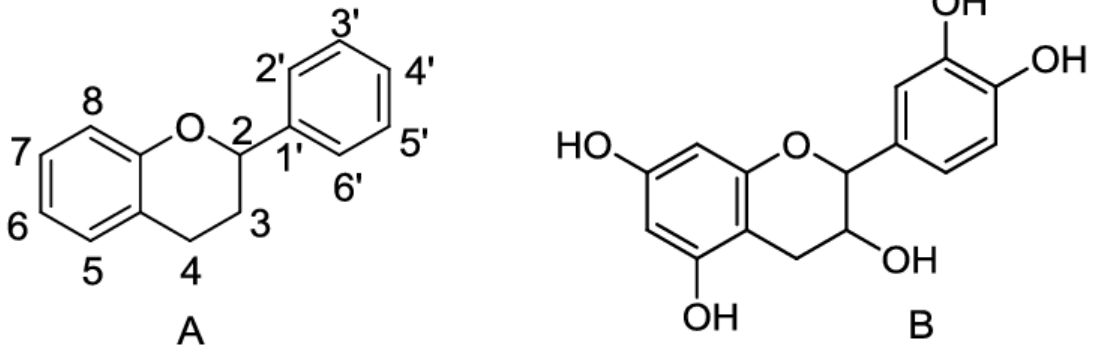


Figura N° 19. estructura básica de flavonoide

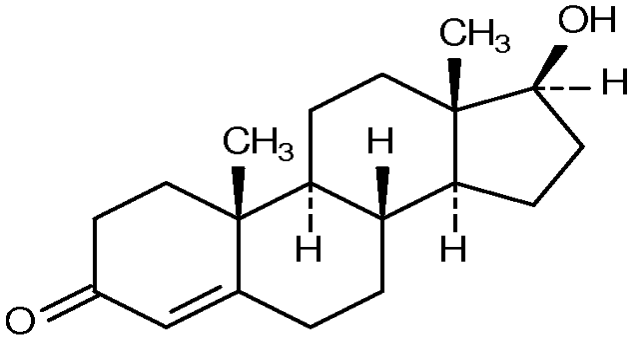
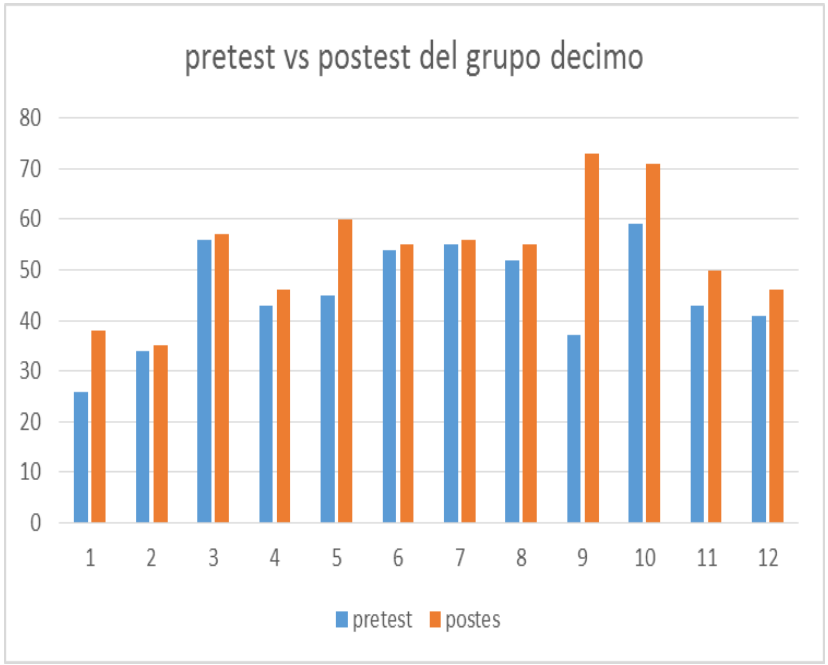


Figura N° 20. estructura básica de esteroide

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Intervención Didáctica



	Pretest	Postest	
% acierto:	50,46%	59,44%	8,98% ↑

Runyon y Haber (1986), indican que una diferencia superior al 5% es suficiente para determinar que la estrategia didáctica es responsable en el grado de aprendizaje alcanzado.

Ítems

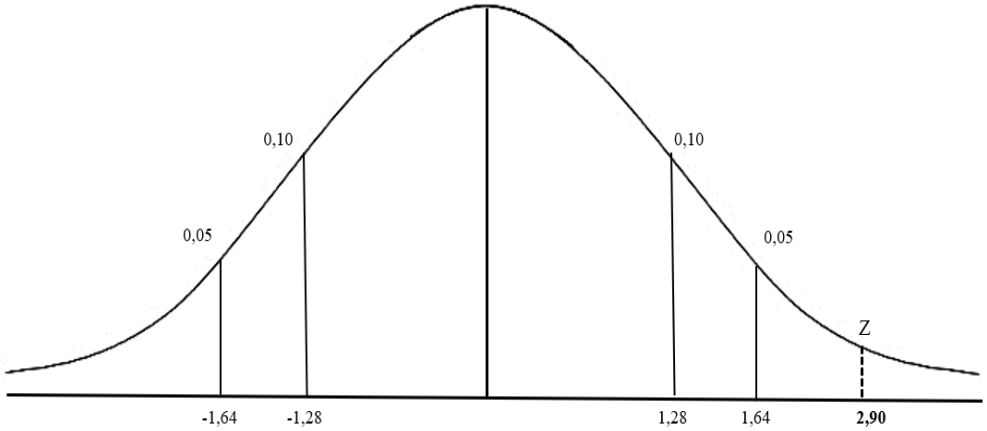
5 ↑

6 ↓

2 =

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Intervención Didáctica



El valor obtenido para Z, se ubica en la zona de alta significancia de la curva binomial, además presenta un intervalo menor a 0.10 y 0.05

Rechazo de la hipótesis nula (H_0)

Se acepta la hipótesis alternativa planteada (H_A), donde se planteó y

que estrategia didáctica del aprendizaje del estudio fitoquímico del zapallo para el fortalecimiento de los grupos funcionales orgánicos en estudiantes del grado decimo del colegio gimnasio ASPAEN yumaná de Neiva Huila.

Instituto Federal de Goiás (Goiania-Brasil)

1) Reacciones químicas atmosféricas para el entendimiento del Cambio Climático en maestros en formación de dos programas académicos de Colombia y Brasil
Reações químicas atmosféricas para a compreensão da mudança climática em professores em formação de dois programas acadêmicos na Colômbia e no Brasil

2) La educación ambiental y su relación con las Ciencias Naturales a través del cultivo y el uso de las plantas medicinales en Colombia y en Brasil
A educação ambiental e sua relação com as Ciências Naturais por meio do cultivo e uso de plantas medicinais na Colômbia e no Brasil

Gracias

Semillero de Investigación en Química
Universidad Surcolombiana

Jhon.castaneda@usco.edu.co

“Los juegos son la forma más elevada de investigación”
“jogos são a mais alta forma de investigação”

Albert Einstein