

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 14 de Junio de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Mayerly Prado Perez, con C.C. No. 1075291711,

Brenda Dayhana Delgado Ruiz, con C.C. No. 1079182688,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado

Titulado Afectaciones en el aprendizaje en los estudiantes de la Institución educativa el Juncal

presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de

Licenciada en Ciencias Naturales: física, química y biología;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS**



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Mayerly Prado Pérez

Firma:

Brenda Delgado Ruiz.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA						
	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Afectaciones en el aprendizaje en los estudiantes de la Institución educativa el Juncal

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Prado Pérez	Mayerly
Delgado Ruiz	Brenda Dayhana

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
García Gómez	Angela Goretty

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
García Gómez	Angela Goretty

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Licenciada en Ciencias Naturales: física, química y biología

FACULTAD: Educación

PROGRAMA O POSGRADO: Licenciatura en Ciencias Naturales: física, química y biología

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2019 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 144

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas ☒ Fotografías ☒ Grabaciones en discos ☐ Ilustraciones en general ☒ Grabados ☐
 Láminas ☐ Litografías ☐ Mapas ☒ Música impresa ☐ Planos ☐ Retratos ☐ Sin ilustraciones ☐
 Tablas o Cuadros ☒

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

MATERIAL ANEXO: Carta de permiso a la Institución Educativa el Juncal (Palermo- Huila), Carta de permiso a la Institución Educativa el Caguán (Neiva- Huila), Encuesta Juncal, Encuesta Juncal, Permiso para la toma de muestras de orina, Test de Lawson.

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*): Meritoria

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>flúor</u>	<u>fluoride</u>
2. <u>aprendizaje</u>	<u>learning</u>
3. <u>cognición</u>	<u>cognition</u>
4. <u>test de lawson</u>	<u>Test of lawson</u>
5. <u>ion selectivo</u>	<u>selective ion</u>
6. <u>Rendimiento académico</u>	<u>academic achievement</u>

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

En la presente investigación se indagó acerca de la asociación del proceso cognitivo de razonamiento científico de acuerdo a las teorías de Piaget, a través de la prueba de Aula de Razonamiento Científico y los altos niveles de flúor excretados por niños y jóvenes de 6 a 17 años de la Vereda el Juncal en el Municipio de Palermo-Huila, expuestos a concentraciones superiores a 1 ppm de ion fluoruro en aguas de origen natural. Para el análisis de los niveles de flúor se tomó una muestra puntual de orina en horas de la mañana y se analizó a través del método potenciométrico por ion selectivo de fluoruros. Los resultados de la aplicación del Test de Razonamiento Científico reflejo que el 100% de la muestra, se encuentra en el estadio de operaciones concretas. En el análisis de las muestras de orina para el grupo control (zona no fluorada), arrojaron medias de $2,20 \pm 0,96$ ppm (F^-) y para el grupo experimental fue de $3,49 \pm 2,78$ ppm (F^-). Además se concluyó, que no hay una relación estadísticamente significativa entre los altos niveles de ion fluoruro y la capacidad de razonamiento científico, pero si se encontró una co-relación negativa moderada de -0,438 entre el nivel de flúor y el promedio académico, lo que sugiere una posible afectación por regresión lineal del 19,2%, al rendimiento académico de los estudiantes expuestos al elemento químico.

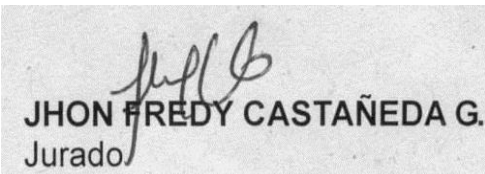
	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

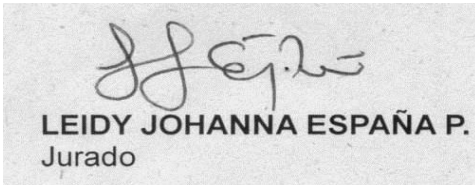
In this investigation, were inquired about the association of the cognitive process of scientific reasoning according to the theories of Piaget. Through a classroom test of reasoning Science and the high levels of fluoride excreted by children and young people from 6 to 17 years old, from Vereda El Juncal in the municipality of Palermo-Huila. They were exposed to concentrations above 1 ppm of ion fluoride in waters of natural origin. For the analysis of the levels of fluoride, it was necessary to take a sample of timely urine in the morning hours, and it was analyzed through the potentiometric method by ion-selective fluorides. The results of the test show that 100 per cent of the sample is in the stage of specific operations. In the analysis of urine specimens for the control group (non-fluorinated zone), they showed $2,20 \pm 0,96$ ppm (F^-) and the experimental group was $3,49 \pm 2,78$ ppm (F^-). It was also concluded that there is no statistically significant relationship between high levels of fluoride ion and scientific reasoning capacity. But, if a moderate negative co-relationship was found of -0.438 with a P-value of 0.000, between the fluoride level and the academic average; suggesting a possible linear regression affectation of 19.2% to the academic performance of the students exposed to the chemical element.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: Jhon Fredy Castañeda G.

Firma: 

Nombre Jurado: Leidy Johanna España

Firma: 

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Afectaciones en el Aprendizaje en los Estudiantes de la Institución Educativa el Juncal.

Que para obtener el grado de:

Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Presentan:

Mayerly Prado Pérez

Brenda Dayhana Delgado Ruiz

Asesor

Ángela Goretty García Gómez

Neiva, Huila, Colombia

Junio 14 de 2019.

Afectaciones en el Aprendizaje en los Estudiantes de la Institución Educativa el Juncal.

Por:

Mayerly Prado Pérez
Brenda Dayhana Delgado Ruiz

Aprobado por los Jurados:

Jhon Fredy Castañeda Gómez

Leidy Johanna España Parrasi

Neiva, 14 de Junio de 2019.

Agradecimientos

Agradecemos principalmente a Dios por enseñarnos el camino para llevar a cabo este proyecto y cumplir uno de los deseos más anhelados como próximos profesionales, dándonos fortalezas y habilidades para afrontar todas las dificultades que se presentaron en el camino, saliendo victoriosas en cada una de ellas.

A nuestra asesora de tesis Ángela Goretty García Gómez por su paciencia, disposición, comprensión, guía y acompañamiento en todo momento de este arduo proceso investigativo.

A los docentes de la universidad Surcolombiana y Corhuila que aportaron su experiencia y conocimiento para a la conformación de este proyecto. Además de facilitarnos los equipos e instrumentos de laboratorio necesarios.

A las Instituciones Educativas del Corregimiento el Caguan y Vereda el Juncal por permitirnos realizar este proyecto.

A nuestros padres, por su apoyo y comprensión durante todo el proceso de formación como futuras profesionales y todas las personas que aportaron y han hecho que el proyecto de investigación se realice con éxito.

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedicamos a nuestros padres, por su sacrificio, esfuerzo, comprensión y acompañamiento para terminar este proyecto.

A la universidad Surcolombiana y los docentes por compartir sus conocimientos y experiencias, por ser fuentes de inspiración y motivación, guiándonos siempre por el camino de la excelencia, enseñándonos el valor de la responsabilidad y el compromiso, para obtener siempre los mejores resultados.

Resumen.

En la presente investigación se indagó acerca de la asociación del proceso cognitivo de razonamiento científico de acuerdo a las teorías de Piaget, a través de la prueba de Aula de Razonamiento Científico y los altos niveles de flúor excretados por niños y jóvenes de 6 a 17 años de la Vereda el Juncal en el Municipio de Palermo-Huila, expuestos a concentraciones superiores a 1 ppm de ion fluoruro en aguas de origen natural. Para el análisis de los niveles de flúor se tomó una muestra puntual de orina en horas de la mañana y se analizó a través del método potenciométrico por ion selectivo de fluoruros. Los resultados de la aplicación del Test de Razonamiento Científico reflejo que el 100% de la muestra, se encuentra en el estadio de operaciones concretas. En el análisis de las muestras de orina para el grupo control (zona no fluorada), arrojaron medias de $2,20 \pm 0,96$ ppm (F^-) y para el grupo experimental fue de $3,49 \pm 2,78$ ppm (F^-). Además se concluyó, que no hay una relación estadísticamente significativa entre los altos niveles de ion fluoruro y la capacidad de razonamiento científico, pero si se encontró una co-relación negativa moderada de -0,438 entre el nivel de flúor y el promedio académico, lo que sugiere una posible afectación por regresión lineal del 19,2%, al rendimiento académico de los estudiantes expuestos al elemento químico.

Abstract

In this investigation, were inquired about the association of the cognitive process of scientific reasoning according to the theories of Piaget. Through a classroom test of reasoning Science and the high levels of fluoride excreted by children and young people from 6 to 17 years old, from Vereda El Juncal in the municipality of Palermo-Huila. They were exposed to concentrations above 1 ppm of ion fluoride in waters of natural origin. For the analysis of the levels of fluoride, it was necessary to take a sample of timely urine in the morning hours, and it was analyzed through the potentiometric method by ion-selective fluorides. The results of the test show that 100 per cent of the sample is in the stage of specific operations. In the analysis of urine specimens for the control group (non-fluorinated zone), they showed $2,20 \pm 0,96$ ppm (F^-) and the experimental group was $3,49 \pm 2,78$ ppm (F^-). It was also concluded that there is no statistically significant relationship between high levels of fluoride ion and scientific reasoning capacity. But, if a moderate negative co-relationship was found of -0.438 with a P-value of 0.000, between the fluoride level and the academic average; suggesting a possible linear regression affectation of 19.2% to the academic performance of the students exposed to the chemical element.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	3
Dedicatoria.....	3
Resumen.....	4
Abstract	5
Introducción	12
1. Planteamiento del Problema.	13
2. Antecedentes.....	17
2.1. Internacional.....	17
2.2. Nacional	19
2.3. Regional	20
3. Justificación.	22
4. Marco Teórico	24
4.1. Fluoruros	24
4.1.1. Normatividad de fluoruros.....	28
4.1.2. Métodos de determinación de los fluoruros.....	30
4.1. Cognición.	32
4.1.1. Estadios del desarrollo cognitivo.	34
4.2. Desarrollo cognitivo a nivel académico.	35
4.3. Aprendizaje, razonamiento (resolución de problemas) y su relación con las estructuras cerebrales.....	36
4.4. Test de Lawson.....	39
5. Objetivos.....	41
5.1. General	41
5.2. Específicos	41
6. Metodología.....	42
6.1. Metodología cuantitativa.....	42
6.1. Tratamiento estadístico de datos.	42
6.2. Descripción de la población.	43
6.3. Fases de la Investigación.....	44
6.3.1. Fase 1: Presentación del proyecto a la institución educativa.....	45
6.3.2. Fase 2: Selección de la Muestra.....	46
6.3.3. Fase 3: Toma de Muestras.	48

6.3.4.	Fase 4: Determinación de los niveles de fluoruro.....	49
6.3.5.	Fase 5: Aplicación del test de Lawson.....	52
6.3.6.	Fase 6: Determinación del perfil cognitivo.....	53
7.	Resultados.....	56
7.1.	Grupo Control (Caguan).....	56
7.1.1.	Encuesta	56
7.1.2.	Toma de muestras de Agua.....	57
7.1.3.	Toma de Muestras de Orina.....	58
7.1.4.	Test de Lawson	60
7.1.5.	Promedio Académico.....	62
7.2.	Grupo Experimental (Juncal)	66
7.2.1.	Encuesta.	67
7.2.2.	Toma de muestra de orina.....	73
7.2.3.	Test de Lawson desarrollo cognitivo	78
7.2.4.	Promedio académico.....	87
7.2.5.	Nivel de desempeño académico.....	91
7.2.6.	Relación del lugar y la excreción de orina.....	97
8.	Análisis de Resultados.....	102
9.	Conclusiones.....	113
10.	Recomendaciones	115
11.	Referencias.....	116
12.	Anexos	129
	Anexo 1	129

Tabla de ilustraciones.

Ilustración 1. Metabolismo del flúor características generales. Tomado del Foro evaluación y perspectiva del uso de flúor, en programas de salud pública, para el control de caries dental y el control de intoxicación crónica, como insumo para la formulación de política pública en Colombia.....	26
Ilustración 2. Curva típica de las concentraciones en plasma F después de la ingestión de pequeñas dosis de F y características generales del metabolismo F. Tomado del Foro evaluación y perspectiva del uso de flúor, en programas de salud pública, para el control de caries dental y el control de intoxicación crónica, como insumo para la formulación de política pública en Colombia.....	26
Ilustración 3. Mapa de Riesgo por Fluoruros en Agua y Sal en Colombia, Tomado de Sivicap, Instituto Nacional de Salud y Laboratorios Departamentales y Distritales de Salud Pública, Colombia 2012-2015	30

Ilustración 4. Ubicación espacial de la Institución Educativa el Juncal. Recuperado de Alcaldía de Palermo, 2012.	44
Ilustración 5. Fases de la metodología de la investigación.	45
Ilustración 6. Reunión de Padres de Familia de los estudiantes del Juncal.	46
Ilustración 7. Ubicación espacial de la Institución Educativa el Caguan.	48
Ilustración 8. Adición de 0,2 g de EDTA por muestra.	49
Ilustración 9. Equipo HI 98402 medidor de Fluoruros en agua y orina. Tomado de Hanna Instruments.....	49
Ilustración 10. Tisab III y Standar de Flúor.....	50
Ilustración 11. Frascos de polietileno previamente lavados con agua purificada y desionizada. .	51
Ilustración 12. Ubicación espacial de los puntos de muestreo de Agua en el Corregimiento el Caguan.	52
Ilustración 13. Aplicación del Test en Primaria y Secundaria en la Vereda el Juncal del municipio de Palermo.	53
Ilustración 14. Aplicación del Test en Primaria y Secundaria en el Corregimiento el Caguan del municipio de Neiva.	53
Ilustración 15. Recuento de Edad (Años) Categorizada de los estudiantes del Caguan - Neiva..	56
Ilustración 16. Tiempo de Residencia de los estudiantes y sus familias en el Corregimiento el Caguan - Neiva	57
Ilustración 17. Niveles de Flúor (ppm) en los distintos puntos de agua tomados en el Corregimiento el Caguán- Neiva	58
Ilustración 18. Promedio y valor unitario de Niveles de Flúor (ppm) con respecto a la edad (Años) en el Corregimiento el Caguan - Neiva.	59
Ilustración 19. Respuestas Correctas del test de Lawson Según el Sexo.....	61
Ilustración 20. Frecuencia de aciertos por preguntas (ítems).	62
Ilustración 21. Relación entre la edad (Años) de los estudiantes y el Promedio General de Notas.	63
Ilustración 22. Recuento del Nivel de Desempeño Académico según el sexo.	66
Ilustración 23. Relación entre la Edad (Años) y el Nivel de Desempeño Académico.	66
Ilustración 24. Relación entre la Edad, Sexo y el Número de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal)	68
Ilustración 25. Relación entre el Tiempo de Residencia y el Número de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	69
Ilustración 26. Relación del Conocimiento del Nivel del ion fluoruro en agua de consumo en los hogares y el porcentaje de padres encuestados de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	70
Ilustración 27. Relación del tratamiento al agua de consumo en los hogares y porcentajes de padres encuestados de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	71
Ilustración 28. Conocimiento de los padres de familia frente al recipiente de consumo de agua de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	71
Ilustración 29. Conocimiento de padres de familia sobre el lugar de consumo de agua del estudiante dentro de la Institución Educativa el Juncal.	72

Ilustración 30. Relación entre el porcentaje de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal) y la fluorosis dental.....	72
Ilustración 31. Promedios y valor unitario de los Niveles de flúor en orina del grupo experimental por Edad.	73
Ilustración 32. Regresión Lineal del Nivel de Flúor (ppm) en Orina Respecto al Promedio Académico de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	78
Ilustración 33. Relación entre el número de respuestas y la edad del grupo experimental.	81
Ilustración 34. Relación entre el número de estudiantes del grupo experimental por sexo y respuestas correctas del Test de Lawson	81
Ilustración 35. Relación de la Edad (Años) de los estudiantes del grupo experimental y el promedio académico.	87
Ilustración 36. Relación entre la Edad (Años) de los estudiantes del grupo experimental y el nivel de desempeño académico.....	91
Ilustración 37. Relación de la Edad (Años) y el número de estudiantes según su promedio académico de los estudiantes del grupo experimental.	94
Ilustración 38. Relación del Nivel de desempeño según el Sexo de los estudiantes del grupo experimental.....	96
Ilustración 39. Regresión Lineal entre el Nivel de Flúor (ppm) en orina y el Promedio Académico de los estudiantes del grupo experimental y control.....	100

Lista tabla.

Tabla 1. Recomendaciones internacionales sobre la cantidad de flúor diario que debe ingerir. ..	27
Tabla 2. Evaluación del Test de Lawson.	53
Tabla 3. Evaluación del Test con base a los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales y Matemáticas.	54
Tabla 4. Relación del Nivel de Flúor (ppm) en orina de los estudiantes por Sexo.	59
Tabla 5. Percentiles del Nivel de flúor y Promedio Académico.	60
Tabla 6. Porcentaje de respuestas Correctas del Test de Lawson según el Sexo.	60
Tabla 7. Frecuencias de aciertos por pregunta (ítems).	62
Tabla 8. Correlación del Promedio Académico con las variables establecidas.	64
Tabla 9. Recuento de los niveles de Desempeño Académico por Sexo.	65
Tabla 10. Relación entre la Edad (Años) y la Frecuencia en Participación de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	67
Tabla 11. Relación entre la Edad y Sexo (Porcentaje) de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	68
Tabla 12. Análisis descriptivos de fluoruros del grupo experimental (Juncal).	73
Tabla 13. Correlación de Pearson para las variables Nivel de Flúor y Edad del grupo experimental.	74
Tabla 14. Resultados descriptivos de los niveles de fluoruros excretados en la orina de los estudiantes del grupo experimental (Juncal) en relación al Sexo.	75
Tabla 15. Correlación de Pearson para la Variable Nivel de Flúor y Promedio Académico de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	75
Tabla 16. Resumen del modelo de regresión lineal de las variables promedio académico y el nivel de flúor del grupo experimental.	76
Tabla 17. Anova para la Construcción del modelo de regresión lineal para las variables promedio académico y nivel de flúor de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	77
Tabla 18. Coeficiente de correlación de la regresión lineal para las variables promedio académico y nivel de flúor de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).	77
Tabla 19. Resultado descriptivo en relación a las respuestas correctas obtenidas por los estudiantes del grupo experimental.	79
Tabla 20. Relación del número de respuestas correctas obtenidas por los estudiantes del grupo experimental.	79
Tabla 21. Relación entre el número de ítems de la prueba del Test de Lawson y la frecuencia de estudiantes del grupo experimental que respondieron correctamente.	80
Tabla 22. Correlación de Pearson para las Variables Edad y Respuestas Correctas del Test de..	82
Tabla 23. Prueba de T Student para muestras independientes de las variables Sexo y Respuestas Correctas del Test de Lawson de los estudiantes del grupo experimental.	83
Tabla 24. Correlación de Pearson para las variables Niveles de flúor y número de respuestas correctas en el Test de Lawson de los estudiantes del grupo experimental.	84
Tabla 25. Resultados del cruzamiento de la variable Nivel de desempeño académico y numero de respuestas correctas del Test de Lawson de los estudiantes del grupo experimental.	85
Tabla 26. Análisis descriptivo del promedio académico del grupo experimental (Juncal)	87

Tabla 27. Correlación de Pearson para las variables Edad y promedio académico de los estudiantes del grupo experimental.....	88
Tabla 28. Resultados descriptivos del promedio académico de los estudiantes del grupo experimental (Juncal) en relación al sexo.	89
Tabla 29. Prueba de T Student para muestras Independientes respecto al promedio académico de los estudiantes del grupo experimental.	89
Tabla 30. Correlación de Pearson para las variables promedio académico, promedio en Ciencias y Promedio en Matemáticas en los estudiantes del grupo experimental.	90
Tabla 31. Porcentaje y Frecuencia del nivel de desempeño académico de los estudiantes del grupo experimental.	91
Tabla 32. Porcentajes del nivel de desempeño académico de los estudiantes del grupo experimental según su Edad.....	93
Tabla 33. Relación del nivel de desempeño académico según el sexo de los estudiantes del grupo experimental.	95
Tabla 34. Resultados descriptivos de los niveles de fluoruros excretados en la orina de los estudiantes del grupo control (Caguan) y grupo experimental (Juncal).	97
Tabla 35. Prueba de T Student para muestras Independientes, de los niveles de fluoruros excretados en la orina de los estudiantes del grupo control (Caguan) y grupo experimental (Juncal).....	98
Tabla 36. Correlación del Nivel de flúor con respecto al Promedio Académico y Edad de los estudiantes de los estudiantes del grupo control y experimental.	99
Tabla 37. Correlación entre el promedio académico y la Edad de los estudiantes del grupo control y experimental.	101
Tabla 38. Correlación entre Respuestas Correctas del Test de Lawson y Edad de los estudiantes del grupo experimental y control.	101
Tabla 39. Promedios de los Niveles de Flúor del Grupo Control y Grupo Experimental por Edad de los Estudiantes del Estudio.....	104

Introducción

Colombia es uno de los países que ha enfrentado retos por bajos niveles en su calidad educativa, lo cual se ve reflejado en diversas pruebas de programas internacionales para la evaluación de estudiantes, esto puede ser consecuencia de muchos factores que pueden alterar los procesos de aprendizaje en el ser humano entre los cuales se destaca el nivel socioeconómico, emocional y ambiental.

Dentro de los factores ambientales se encuentran los agentes químicos naturales que pueden afectar el desarrollo normal tanto físico como cognitivo, como es el caso del flúor que es un elemento que se encuentra de forma natural en el agua, así como también se adiciona a pastas dentales, jugos, bebidas, alimentos, entre otros. Hay países que contemplan la adición de este elemento para la prevención de la caries, no obstante, el exceso de ion fluoruro (F^-) puede traer consecuencias como fluorosis dental, esquelética, bajo nivel del coeficiente intelectual (CI) y daño cerebral.

En Colombia no se tiene contemplada la norma de adición de flúor al agua, pero si en la Sal, reglamentada en el Decreto 2021 en el Artículo 2, a su vez se han creado mecanismos de regulación de calidad de agua, el cual se reglamenta en la resolución 2115 del 2007, en donde se establece en el artículo 6: “Los fluoruros como sustancia con implicaciones para la salud, cuyo límite está establecido en 1mg/L”.

El departamento del Huila por su conformación geológica ha corroborado en varios estudios realizados por entidades como la Gobernación del Huila y Secretaría de Medio ambiente, el incumplimiento a la normatividad establecida en 1mg/l F^- en muestras de agua, dentro de los cuales se encuentra el municipio de Palermo y específicamente la vereda el Juncal, en donde se ha evidenciado en estudios recientes altos niveles de flúor en agua que están por encima de la normatividad, al igual que la prominente presencia de fluorosis dental en la comunidad.

A partir de esta problemática se exploró que implicación puede traer los niveles altos del ion fluoruro en el desarrollo cognitivo a través del Test de Lawson (Test de Razonamiento Científico), basado en los estadios de Piaget con el objetivo de determinar la relación que existe entre la excreción de ion fluoruro y el proceso cognitivo de razonamiento científico en los estudiantes de la Institución Educativa el Juncal. Para el desarrollo de la investigación se contó con un grupo control (Caguan), zona rural sin altos niveles de fluoruros y el grupo experimental (Juncal), zona

rural que presenta altos niveles de ion fluoruro (F^-), en ambos grupos se tomó muestras de orina y se determinó el nivel de flúor que excretaban los estudiantes, así mismo, se aplicó el Test de Lawson (razonamiento científico) el cual posiciona a los estudiante en los diferentes estadios de desarrollo cognitivo planteados por Piaget, de tal forma que se pudiera establecer una asociación.

1. Planteamiento del Problema.

El ion fluoruro es un elemento que se puede encontrar distribuido en la naturaleza, está asociado a las formaciones geológicas en ciertos lugares de la tierra, principalmente en aquellos que tiene roca fosfórica en sus formaciones (García , 2006). A su vez el flúor ha sido utilizado como beneficio para la prevención de la caries dental, no obstante, al excederse su concentración puede producir daños para la salud, tal como lo plantea Zuo et al., (2018) ingestas bajas o excesivas de flúor por largos periodos de tiempo (30 o 40 años) pueden ocasionar fluorosis dental u ósea, que afecta principalmente la dentadura y los tejidos óseos.

A nivel mundial, se ha evidenciado la presencia de altos niveles de fluoruros en aguas subterráneas destinadas para consumo humano y la fuerte relación que ejerce a la salud de los pobladores, ocasionando enfermedades como el Osteosarcoma, hipotiroidismo y en algunas ocasiones Neurotoxicidad (EPA, 2010). Estudios realizados en New York, con ratas Wistar, demostraron un déficit cognitivo y de conducta debido a los altos niveles de flúor encontrados en estructuras cerebrales como el hipocampo con la función principal de almacenar y transmitir la información a otras partes del cerebro como la corteza prefrontal encargada del aprendizaje, el razonamiento y la resolución de problemas (Mullenix, Desbesten, Schunior, & Kernans, 1995). Además, las investigaciones han reportado posibles afectaciones al desarrollo del cerebro humano en recién nacidos, déficits en la memoria y otros procesos cognitivos superiores, disminución en enzimas encargadas de la vigilia y el aprendizaje (Valdez, Soria, Miranda, Gutiérrez, & Pérez, 2011). Aunque en la actualidad unos de los efectos más estudiados es el bajo coeficiente intelectual (IQ) de niños y jóvenes por altos niveles de fluoruros encontrados en el agua (Ding et al., 2011).

El departamento del Huila por su formación geológica tiene alto contenido de flúor como se evidencia en reportes de Montaña, (2008) el cual informa que los municipios con más alto contenido de flúor en agua son: Aipe, Altamira, Campoalegre, Garzón, Hobo, La Argentina y Palermo, con índices que superan los 0.5 ppm de F^- y algunos con niveles de 1,5 ppm de F^- valor que sobrepasa al máximo permitido según la legislación colombiana de fluoruros en agua.

Estudios realizados por la Gobernación del Huila muestran una alta afectación por fluoruros en los pobladores de la vereda el Juncal del municipio de Palermo Huila; dichas afectaciones se deben en parte a los fluoruros de origen natural, contenidos en el agua que surten a la comunidad, al igual que a fluoruros contenidos en la sal y en los alimentos. A pesar de que la normatividad Colombiana no contempla la fluorización del agua potable como medida de salud pública para reducir la caries dental, pero si la fluoración de la sal de mesa el cual se reglamenta en el Decreto 2021 en el Artículo 2 (Ministerio de Salud, 1984). Investigaciones realizadas por Meléndez & Losada, (2017) de la Universidad Corhuila, demuestran elevadas concentraciones promedio de ion fluoruro en el agua de la vereda el Juncal como es $1,61 \pm 0,004$ ppm (F^-), incumpliendo la resolución 2115 del 2007 (Ministerio de la protección social ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial), lo cual establece en el artículo 6: “Los fluoruros como sustancia con implicaciones para la salud, cuyo límite está establecido en 1mg/L”, el posible peligro depende del Índice de riesgo de calidad del agua (IRCA) y del número de habitantes, así como de otros parámetros que contempla el índice de riesgo.

Sin embargo, no se han explorado otros posibles efectos por el consumo crónico de este elemento, es por ello que se ha escogido la población de la Vereda el Juncal del municipio de Palermo que cuenta con aproximadamente 2.757 habitantes (Aguas del Huila , s.f.). La vereda cuenta con una planta de tratamiento convencional que no logra eliminar los fluoruros hasta unos niveles seguros para su ingesta, en consecuencia, se han realizado diversos estudios llevados a cabo por instituciones como la Universidad Antonio Nariño, donde es evidenciado en un reporte realizado por el periódico La Nación en el 2015, manifestando una afectación en los niños del colegio el Juncal, por el alto índice de flúor contenido en el agua, reflejándose en la prevalencia de fluorosis dental y un posible caso de fluorosis esquelética.

Teniendo en cuenta que los jóvenes y niños son el motor y el futuro de la sociedad, que su buen desarrollo físico, cognitivo y psicomotor son vitales para los procesos educativos de calidad, tal como se evidencia en los objetivos del desarrollo sostenible de la ONU, que insta a los gobiernos a mejorar los sistemas de salud e invertir en el bienestar de la comunidad, lo cual se traduce a diversos derechos consagrados en la Constitución Política Colombiana como es el derecho a tener acceso a un suministro de agua potable y una educación de calidad, sin embargo, en algunas ocasiones se puede encontrar que estos objetivos no siempre se pueden cumplir, debido

a diversas situaciones de orden social, económico o natural del sitio donde se encuentran asentados los pobladores y donde desarrollan sus actividades educativas.

El Test de Lawson es una prueba que busca clasificar los estudiantes en las etapas del desarrollo cognitivo propuesto por Piaget, al igual que evalúa habilidades científicas como el razonamiento en Ciencias y Matemáticas, siendo este análogo al programa para la evaluación internacional de alumnos ‘‘PISA’’ a través de la valoración de habilidades científicas y conocimientos en Matemáticas, Ciencias y Compresión de Lectora en estudiantes de 15 años en todo el mundo. En la actualidad es un ‘*punto de referencia obligatorio para la investigación y diseño de políticas educativas*’ en Colombia (Ministerio de Educación Nacional, 2008). Pese a que Colombia desde el año 2006 ha buscado mejorar los resultados de dichas pruebas y ha subido puntos, aún se encuentra en las últimas posiciones frente a 70 países participantes y lejos de alcanzar la meta propuesta de ser el país más educado de Latinoamérica. Estudios establecen que bajos resultados en estas pruebas se deben a rasgos semejantes tales como características cognitivas, emocionales, bajo rendimientos académicos y afectaciones a funciones cognitivas como la memoria de trabajo, compresión lectora, escritura y razonamiento entre otras (Martelo & Arévalo, 2017; Ossa, Palma, Lagos, & Díaz, 2018).

En Colombia se consume 6 veces más flúor de lo permitido (Agencia de Noticias UN, 2015) en donde 21 de los 32 departamentos de territorio Colombia se puede encontrar excesos de flúor en el agua por fuente natural o artificial en la sal como medida de salud pública contra la caries (Misnaza & Tovar, 2017), provocando graves casos de fluorosis y otras enfermedades asociadas al consumo en exceso del elemento químico. Los estudios ya mencionados han demostrado a nivel internacional varios efectos neurotóxicos y el déficit en funciones cognitivas como el lenguaje, la compresión, la memoria a largo y corto plazo (memoria de trabajo) (Olivia , 2005). Estas Funciones cognitivas están asociadas a estructuras cerebrales como el hipocampo y lóbulo frontal, precursores del aprendizaje y lesiones Químicas, Biológicas o Físicas en estos lugares pueden ocasionar déficit en actividades intelectuales (Menéndez 2013), que pueden verse al descubierto en el sistema nervioso central años después al consumo de flúor en la etapa prenatal o temprana en niños presentando problemas de aprendizaje y bajo rendimiento académico en etapa escolar (Olivia, 2005). Razón por la cual se buscó establecer una correlación entre la excreción de orina en estudiantes, el rendimiento académico y de aprendizaje por medio del razonamiento científico,

al sustentarse desde la teoría piagetiana que establece, *“el origen y avance de las capacidades cognitivas del individuo tienen su base en el desarrollo orgánico y biológico”*.

En base a esto se busca establecer a partir del Test de Lawson (test de razonamiento científico) una posible afectación al proceso cognitivo de razonamiento en los estudiantes de la Institución Educativa el Juncal, planteando la siguiente pregunta de investigación ¿Qué relación existe entre los altos niveles de flúor en la orina y el proceso cognitivo de razonamiento científico en estudiantes de primero a undécimo grado de la Institución Educativa el Juncal en la Vereda el Juncal del municipio de Palermo- Huila?.

2. Antecedentes

2.1. Internacional

Diversas investigaciones a nivel internacional han aportado la relación de excreción del flúor y afectaciones en el coeficiente intelectual tal como lo demuestra el estudio denominado *Efecto del consumo crónico de agua hiperfluorada sobre el coeficiente intelectual en niños de 5 a 9 años de edad*, llevado a cabo en la ciudad del salvador en el departamento de Chalatenango, específicamente en el municipio de Aguas Calientes por Perez & Vaquerano (2010) en el cual correlacionan los hallazgos de fluorosis dental en niños evidenciando las lesiones leves y muy leves se presentaron en niños en edades entre los 5 a 7 años concluyendo que posiblemente desde el periodo embrionario fueron expuestos a grandes cantidades de flúor.

En China Liu et al. (2014) hicieron una investigación en el cual pretendían demostrar la neurotoxicidad mediante la ingesta de agua y de fluoruro de sodio (NaF) (2, 5 o 10 mg / L en agua potable) en ratones albinos criados en laboratorio derivados del ratón doméstico (BalB / C) durante el periodo de 4 semanas, el cual mostró que los ratones tratados con 5 y 10 mg / L de NaF presentaban déficits cognitivos y comportamientos similares a la ansiedad y depresión. Así mismo estudios sobre el flúor que se han llevado a cabo en ratones han demostrado afectaciones a nivel del hipocampo mostrando lesiones en los microtúbulos, que “*podrían ser una causa importante de neurodegeneración observada en la fluorosis, como también que el flúor puede amenazar la estabilidad de los microtúbulos al afectar la expresión de los dímeros de tubulina*” (Niu, et al., 2015) estudio denominado *Efectos del flúor en la ultraestructura de los microtúbulos y la expresión de $Tuba1a$ y $Tub\beta2a$ en el hipocampo del ratón*.

Estudios recientes durante el 2017 demostraron que al ser expuestos ratones sanos a dosis 50 y 100 mg de NaF / L durante 60 días experimentaron alteraciones en la sinapsis neuronal, de igual forma al ser expuestos a alto contenido de flúor provocó daño en la mielina a nivel del hipocampo, como también la reducción de ARNm, los autores de esta investigación (Niu, et al., 2017) sugieren que posiblemente pueden ser efectos adversos en la neurofía y adhesión neuronal del hipocampo.

Así mismo el estudio llevado a cabo por Valdez, et al., (2017) el cual tenían como objetivo evaluar la asociación entre la exposición intrauterina al fluoruro (F) y el Desarrollo Mental y Psicomotor (MDI y PDI) evaluados a través de la Escala Bayley de Desarrollo Infantil II (BSDI-II) en lactantes, hallando que posiblemente las alteraciones cognitivas podrían comenzar en las

primeras semanas prenatales de vida de los niños nacidos de madres que fueron expuestas a la ingesta de altos niveles de flúor.

De igual forma se ha relacionado la presencia de fluorosis dental y el coeficiente intelectual, en investigaciones realizadas por (Silva, 2017) demostrando el grado de fluorosis dental que poseían 55 niños de la escuela San Gerardo mediante pruebas centrales y su relación con el coeficiente intelectual que poseían los estudiantes, realizaron el test de matrices coloreadas de Raven, lo que permitió demostrar que existe una asociación significativa, ya que los estudiantes que presentaban un alto grado de fluorosis dental poseían un coeficiente intelectual bajo en comparación con los que no presentaba fluorosis.

En cuanto a investigaciones internacionales relacionadas a medidas del desarrollo cognitivo y su relación con el aprendizaje, se encuentra el estudio realizado por Semak, Dietz, Pearson y Willis (2013), denominado “*Predicting FCI Gain With A Nonverbal Intelligence Test*”, quienes buscaban analizar si la ganancia normalizada del inventario de Concepto de Fuerza (FCI), podría ser explicada por “*two cognitive measures: the GAMA and Lawson’s Classroom Test of Scientific Reasoning*”, encontrando una relación significativa entre la variable GAMA (Test de Inteligencia no Verbal) y el inventario FCI con una correlación lineal de $y = 0.0046x - 0.2365$ $R^2 = 0.075$, al igual que una correlación mayor con el Test de Lawson de $y = 0.0208x - 0.0703$ $R^2 = 0.1573$ y significativa en hombres principalmente. Concluyendo que tanto la prueba GAMA como el Test de Lawson son predictores de FCI, pero al trabajar géneros por separado el Test de Lawson es mejor predictor que la prueba GAMA.

Picquart, Guzmán, & Sosa, (2010), toma como referencia 167 estudiantes del primer, segundo y tercer semestre de la división de ciencias básicas e ingeniería de la Universidad de Ciencias Básicas de la UAM de Iztapalapa de la Ciudad de México, midiendo las ideas previas de los estudiantes mediante el FCI (Inventario de Concepto de Fuerza) y la capacidad de razonamiento científico por medio del Test de Lawson, teniendo como premisa la suposición que “*el desarrollo intelectual está relacionado con el desarrollo biológico*” (Picquart,, Guzmán, & Sosa, 2010, p.2), presentado como resultado que el estudio de correlación entre las variables no fue posible ya que las muestras en las pruebas no coincidieron totalmente.

En México Narváez (2011), hizo una relación en el efecto que tiene el razonamiento científico medido con el Test de Lawson y el aprovechamiento de la ciencia en relación a buenos y malos promedios académicos en alumnos de secundaria ubicados en el municipio de Tlalnepantla

mediante 50 alumnos con edades entre los 12 y 14 años de ambos sexos, obteniendo como resultados *que “el aprovechamiento tiene una correlación positiva considerable de 0.68 con el nivel de razonamiento medido por el Test de Lawson.”* (p.88), estos resultados ponen en evidencia la relación entre el nivel de razonamiento y la obtención de buenos promedios académicos.

En la ciudad de México en el año 2012 se llevó a cabo un estudio en el cual, se demostró la pertinencia del uso del test de razonamiento científico o Test de Lawson (como evaluación diagnóstica en el área de ciencias) para la validación o aplicación de estrategias en el área de física mediante el trabajo colaborativo, realizado por Díaz, (2012) a estudiantes de educación media superior en edades entre los 15 y 23 años, denominado “estudio comparativo entre el aprendizaje colaborativo y el tradicional en la enseñanza de los conceptos de calor y temperatura a nivel medio superior” el cual llegó a la conclusión, que fue inválida la hipótesis de que el aprendizaje desarrollado por la estrategia pedagógica colaborativa de los conceptos de calor y temperatura fuese relacionado positivamente, esto afirma que la estrategia pedagógica no mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos físicos.

2.2.Nacional

En Colombia son varios los estudios que se han llevado a cabo con respecto al flúor y a la prevención de caries, teniendo en cuenta que en Colombia no se cuenta con adición de flúor en el agua para el consumo humano, sin embargo, si se adiciona flúor a la sal, se establece que el límite permitido para el consumo humano está en 1 mg/L. (Ministerio de la protección social ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2007) Según lo anterior el estudio llevado a cabo en Cartagena por Pardo & Torres (2015) el cual trataron de establecer la asociación entre la presencia de fluorosis dental y los niveles de coeficiente intelectual de Reynolds en niños de edades entre los 6 y 13 años residentes de la ciudad de Cartagena, a lo que concluyeron que no es posible establecer una asociación entre presencia de fluorosis dental y el CI, aunque los análisis aporten valores medianamente significativos en relación a la afectación del CI y la fluorosis dental.

Al indagar sobre la aplicación de instrumentos como el Test de Lawson y su relación con el desarrollo cognitivo se han encontrado pocos estudios nacionales, pero llama la atención el realizado por Rosas en el 2011 en la ciudad de Bogotá denominado *“Comparación del aprendizaje, la actitud y el razonamiento científico en la enseñanza de la química a distancia y en la enseñanza tradicional”* donde buscaba las diferencias entre 200 estudiantes del curso de química de dos sistemas educativos: uno a distancia y otro con educación tradicional, por medio

de un estudio estadístico no experimental cuantitativo, donde obtiene que no hay diferencias significativas entre la educación tradicional y la educación a distancia en términos de razonamiento, actitud y aprendizaje de conceptos. En resumen, el razonamiento científico, actitudinal y de conceptos están desligados a metodologías tradicionales y a distancia, planteando que la motivación es indispensable para mejorar la adquisición de conocimientos.

2.3.Regional

A nivel regional el departamento del Huila cuenta con varios estudios realizados sobre el Flúor, entidades como la gobernación del Huila, han evidenciado que los niveles de flúor que contiene el agua, así como también investigaron presencia de fluorosis dental en algunos municipios del departamento, como el llevado a cabo durante el 2008 en donde muestran que los municipios que han presentado altas concentraciones de flúor son Campoalegre, Rivera, el Pital, Neiva, Hobo y Gigante (Huila), el cual reportan concentraciones mayores a 0.7 ppm (Misnaza & Tovar, 2017).

Así mismo estudios llevados a cabo por la Universidad Corhuila acerca de la ingesta diaria de fluoruros en agua de la vereda el Juncal del municipio de Palermo, Huila, mostró los niveles de ion fluoruro F^- durante 6 meses (Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre, 2017) el cual arrojó un promedio de $1,61 \pm 0,004$ ppm indicando que sobrepasa el índice contemplado por la normatividad Colombiana, De igual manera se concluyó que la ingesta diaria de flúor por alimentos, agua potable, crema, entre otros, en los rangos de edad de 11 a 50 años fue de 0,070 Kg/mg/día o 0,070 ppm/día para dicha población (Melendez & Losada, 2017).

A nivel regional no hay documentación actual sobre investigaciones en relación al desarrollo cognitivo por medio de la aplicación del Test de Lawson, sin embargo, en 1993 se realizó un estudio denominado “Estudio correlacional entre nivel de pensamiento y rendimiento académico en estudiantes de secundaria jornada de la mañana de cuatro colegios en Ibagué y Neiva” realizado por García & Gutiérrez de Olaya, (1993) el cual buscaba una correlación entre el pensamiento cognitivo como medida del coeficiente intelectual y el rendimiento académico como medida del desempeño del aula de clases en 245 estudiantes desde el grado séptimo al grado once de bachillerato de colegios de carácter oficial y privado de la ciudad de Neiva e Ibagué , encontrando resultados relevantes como: la mayor parte de los estudiantes se encuentran en el estadio de operaciones concretas en todos los colegios, pero en comparación a los colegios privados tiene mayor porcentaje de estudiantes en el estadio de transición e igualmente en el

estadio de operaciones formales que en los colegios de carácter oficial, en conclusión, “ *el grado de asociación es mínimo en todos los casos relacionados, es decir, no hay dependencia aceptable, siendo cada variable de análisis prácticamente independiente*” (p. 103). Sugiriendo que el razonamiento científico afecta al rendimiento académico mínimamente.

En la actualidad no se tiene información elaborada acerca del desarrollo cognitivo a nivel académico de los niños y jóvenes de la región, y su relación con contaminantes químicos en el agua de consumo humano como el flúor, es por esto, que se quiso indagar acerca del Test de Lawson y su funcionamiento como evaluador del desarrollo cognitivo mediante el razonamiento científico validado para aula, ligado a las diversas áreas de conocimiento.

3. Justificación.

Colombia desde su participación en las pruebas del programa internacional para la evaluación de estudiantes (PISA) ha enfrentado difíciles retos por bajos niveles en la calidad educativa, esto se evidencia en los resultados de los últimos 3 años, en el 2009 se encontró en el puesto 56 (Ciencias), 52 (Lectura) y 59 (Matemáticas) frente a 65 países participantes; para el año 2012 ocupó los puestos 57 (Ciencias) 54 (Lectura) y 59 (Matemáticas) frente a 62 países participantes y por último en el 2015 se encontró en el puesto 57 (Ciencias), 54 (Lectura) y 61 (Matemáticas) frente a 70 países. Lo anterior demuestra un leve progreso según la escala posicional, no obstante, su posición sigue siendo una de las más bajas respecto a los 70 países participantes en la actualidad (Macías, Bernal, & De Armas Costas, 2018).

Los bajos resultados educativos pueden ser el reflejo de malos hábitos escolares, socio-culturales, económicos y pedagógicos, entre otros. Sin embargo, ese bajo nivel de aprendizaje y déficit en los procesos cognitivos de razonamiento puede verse alterado por agentes externos, en este caso agentes químicos como el flúor, que al estar en contacto de manera excesiva en el organismo por medio de la nutrición u otros mecanismos puede formar barreras químicas o degradar enzimas cerebrales, que impiden el buen desarrollo de procesos cognitivos esenciales para el aprendizaje como la memoria y el razonamiento científico.

Para toda sociedad la niñez es de suma importancia, y sus afectaciones implican un deceso en el desarrollo social y productivo, según la ley general de educación colombiana del Ministerio de Educación Nacional, (2016), “*El Estado deberá atender en forma permanente los factores que favorecen la calidad y el mejoramiento de la educación*” (Art. 4.), siendo deber del estado y los entes territoriales brindar una educación de calidad desde todas las perspectivas sociales, culturales, ambientales y personales del estudiante, de igual forma los docentes deben prever o buscar solución a factores que puedan perturbar el buen desarrollo académico, que atenten contra las capacidades cognitivas escolares como la memoria y el razonamiento que conllevan al aprendizaje. En el Huila hay amplios estudios llevados a cabo en relación al flúor y sus efectos a nivel físico, sin embargo, no se ha estudiado consecuencias que se puedan generar a nivel cognitivo por el consumo excesivo de este elemento natural ya documentado a nivel internacional.

El informe quincenal epidemiológico nacional (IQEN) presentado por Misnaza & Tovar (2017), reporta que el municipio de Palermo, Huila durante los años 2012-2015 presenta 2,52 ppm

de flúor contenidos en el agua, revelando un nivel que está por encima de lo permisible por municipio, hay que mencionar, también que el análisis realizado por Montaña en el 2010 de la Secretaria Departamental de Salud (citado por Misnaza & Tovar, 2017) muestra que entre los años 2001 y 2008 presento valores entre los 2,2 ppm y 5,0 ppm, en el 2013 de 2,76 ppm, en el 2014, 2,90 ppm y finalmente en el 2016 un nivel de 2,0 ppm. Es importante resaltar que el 90% de la población del Juncal del municipio de Palermo-Huila que asiste al hospital San Francisco de Asís a chequeo odontológicos, presenta lesiones dentales a causa de altos contenidos de flúor y dentro de este grupo, el 16% tienen lesiones dentales severas siendo reportados por el Hospital San Francisco de Asís en el 2015 (citado por Misnaza & Tovar, 2017).

A partir de esta problemática social y ambiental se propuso establecer la afectación del proceso cognitivo de razonamiento a través del Test de Lawson (Test de Razonamiento Científico), basado en los estadios de Piaget; teniendo en cuenta que la Vereda el Juncal sobrepasa los límites establecidos de flúor, y que los más afectados son los niños y jóvenes de la Institución Educativa el Juncal, por ello se pretendió informar a la comunidad educativa y habitantes de la vereda sobre el posible riesgo al que están expuestos a diario por el consumo de altas concentraciones de flúor en el agua, manifestado en diversas enfermedades que agobian actualmente de manera física como lo es la fluorosis dental, por esta razón surge la necesidad de realizar este proyecto que tiene como fin levantar una línea base acerca de la problemática, permitiendo a la comunidad tener un soporte más para la lucha que lleva arraigada por muchos años, sin solución alguna, contribuyendo al bienestar, la calidad de vida y la educación de los niños.

4. Marco Teórico

4.1. Fluoruros

El flúor es un elemento químico abundante en la naturaleza, esta palabra procede del latín “*Fluere*” (fluir), es el elemento más electro negativo y reactivo que podemos encontrar naturalmente, por ello no se encuentra puro sino combinado con otros elementos, al igual que tiene la capacidad de solo aceptar electrones; además de pertenecer al grupo de los halógenos junto con otros 5 elementos más, su símbolo es F, número atómico 9 y peso atómico relativo es 18,998403, en estado natural es un gas amarillo corrosivo, pero normalmente se presenta como ion fluoruro (F^-) (García, 2006).

Este elemento lo podemos encontrar en varios ambientes, combinado con otros elementos en la atmósfera, en el suelo y en el agua. En la atmósfera lo encontramos en forma de polvo que proviene de suelos que son ricos en fluoruros, en el suelo lo encontramos en rocas, García (2006) afirma que “suele formar parte de otros minerales: fluorita, apatita, micas, hornblenda y ciertas pegmatitas como el topacio y la turmalina” (p.19). El flúor es muy soluble en agua y es posible encontrarlo en el mar y en agua dulce, según Montaña, (2008) el Flúor se encuentra en el agua de forma natural debido a que es arrancado de los minerales que se encuentran combinadas con este elemento, por su acción solvente, pero también se puede agregar en el agua de forma artificial, normalmente utilizado para combatir la caries en algunos países.

Hay varias fuentes por las cuales las personas están expuestas al flúor, como lo es la pasta dental, la sal, enjuagues bucales, bebidas e incluso en alimentos (Beltran, Marin, Ramirez, & Villalva, 2018). El flúor es un elemento fundamental en la nutrición de los seres humanos, las vías de exposición son esencialmente la inhalación, absorción epidérmica e ingesta y su origen puede ser natural o antropogénico, es ampliamente utilizado en la industria de la salud para varias enfermedades en los huesos y prevención de enfermedades en los dientes (Polanco, 2011).

Ahora bien, sabemos que el flúor es un componente esencial para los dientes y huesos, que su principal mecanismo en los dientes, es pegarse al esmalte, si estos ya están formados, no obstante, si el diente está en formación llega a la pulpa dentaria, por medio del vaso sanguíneo, y es allí donde este elemento interviene en el metabolismo de la formación del esmalte dental (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016). Un suministro excesivo de flúor en los vasos sanguíneos, puede llegar a interferir con la formación del esmalte y crear enfermedades como lo

es la fluorosis dental, es decir una hipomineralización del esmalte dental, su principal característica y signo de alarma son manchas con bordes indefinidos y de coloración blanca cremosa, que dependiendo de la superficie que el diente tenga comprometido, así mismo es su grado de severidad que va desde los 0° a 3° (Montaña, 2008).

Puesto que, la principal vía de incorporación del flúor en el organismo es la ingestión, por ello se debe entender cómo se metaboliza este elemento. La ingesta es “el conjunto de materiales que ingresan por vía bucal en el organismo con fines alimenticios o terapéuticos” (Montaña, 2008, p.12), es decir, todo material que ingresa por la boca, es absorbido por el organismo con fines nutricionales, al pasar al estómago e intestinos es absorbido casi en su totalidad por difusión entre un 95 o 97% de ion fluoruro, así mismo, viaja por el torrente sanguíneo como todos los nutrientes e irriga los tejidos, hasta cierto punto, ya que, se aloja principalmente en los huesos y dientes (tejidos calcificados) y finalmente es excretado en mayor medida por la orina (Gómez, Gómez & Matrin, 2002), lo cual revela que la orina es un buen indicador de la exposición a este elemento químico.

A nivel de absorción gástrica, la excreción renal y distribución dependen del pH, el Ministerio de Salud y Protección Social, (2016), afirma: “debido a que el coeficiente de permeabilidad de las membranas bicapa de lípidos de fluoruro de hidrógeno (HF) es 1 millón de veces mayor que la del ion flúor (libre); esto significa que el fluoruro atraviesa fácilmente las membranas celulares como HF (que es un ácido débil con un pH de 3,4), y por lo tanto, a un pH de 3,4 la mitad del fluoruro se encuentra en forma no disociada (como fluoruro de hidrógeno HF) y la otra mitad se encuentra en su forma disociada (fluoruro iónico). Por lo tanto, a un pH mayor de 3,4 se aumenta la proporción de fluoruro iónico, mientras que la de HF disminuye y lo opuesto ocurre cuando el pH es inferior a 3,4 (en el que entonces aumenta la proporción de HF mientras que la de fluoruro iónico disminuye) (p.30). Esto se puede evidenciar en la Ilustración No.1.

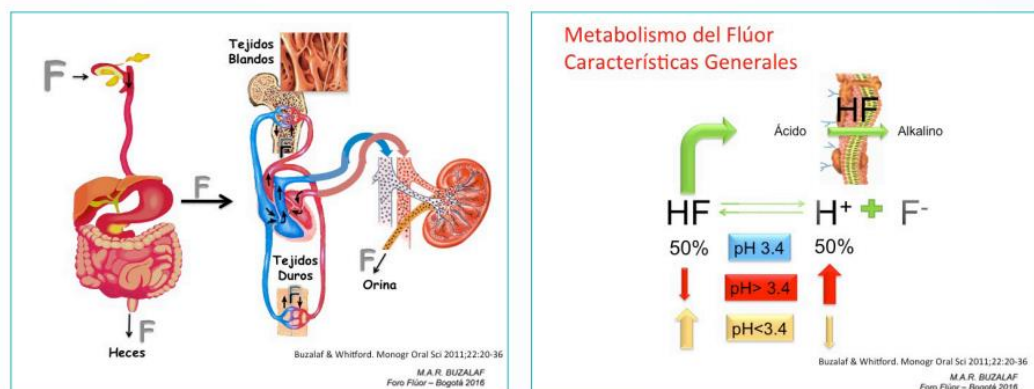


Ilustración 1. *Metabolismo del flúor características generales. Tomado del Foro evaluación y perspectiva del uso de flúor, en programas de salud pública, para el control de caries dental y el control de intoxicación crónica, como insumo para la formulación de política pública en Colombia.*

Los niveles de absorción del flúor en el estómago dependen del pH pero cuando este no es absorbido por el estómago, se absorbe por el intestino delgado y no es dependiente del pH por lo cual se excreta a través de las heces. Una pequeña parte de este flúor es absorbida por tejidos blandos y la mayoría de fluoruro en tejido duro, manifestándose afectación en hueso y dientes, de esta forma la cantidad que no es absorbida se excreta a través de la orina (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016), Como se evidencia en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

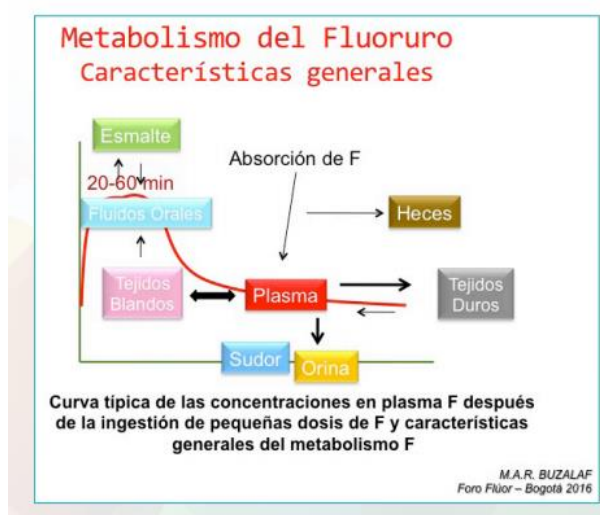


Ilustración 2. *Curva típica de las concentraciones en plasma F después de la ingestión de pequeñas dosis de F y características generales del metabolismo F. Tomado del Foro evaluación y perspectiva del uso de flúor, en programas de salud pública, para el control de caries dental y*

el control de intoxicación crónica, como insumo para la formulación de política pública en Colombia.

El consumo de flúor puede variar dependiendo de la concentración de la fuente de agua, de la cantidad de flúor que se ingiere por medio de las cremas dentales o suplementos fluorados, por la cantidad de alimentos con concentraciones bajas de flúor que se consumen al día y la cantidad de sal fluorada que se usa para la preparación de los alimentos, por ello, es importante conocer los niveles adecuados que se deben ingerir como se muestra en la Tabla No. 1.

Tabla 1. *Recomendaciones internacionales sobre la cantidad de flúor diario que debe ingerir.*

Edad	Miligramos de Flúor/día
0-6 meses	0.01
6-12 meses	0,5
1-3 años	0,7
4-8 años	1
Varón de 9-13 años	2
Varón 14-18 años	3
Varón a partir de los 19 años	4
Mujer de 9-13 años	2
Mujer a partir de los 14 años	3
Embarazo y lactancia	3

Fuente: Papel del flúor en la osteoporosis

Como se mencionó en párrafos anteriores la vía principal de excreción de flúor es la renal, en donde hasta 80 % es eliminada por el riñón, el cual “inicia cuando es filtrado a través de los capilares glomerulares y luego es sometido a un grado variable de reabsorción tubular” (Torres & Pardo, 2015, pág. 47). De igual forma, estudios han demostrado el mecanismo de excreción del fluor a través de la acumulación ósea, afirman que el 10% de fluor se deposita en huesos y este a su vez se asocia al calcio contenido en los huesos, es por ello que al exponerse a dosis altas de fluor aumenta la masa ósea, demostrando que el tratamiento con fluoruros induce a fluorosis (Wei, et al., 2018).

El flúor al ser excretado principalmente en la orina es considerado un biomarcador como lo plantea (Arango, 2011) el cual es una “herramienta de información para la evaluación de factores de riesgos asociados a la exposición a agentes ambientales” (p.74), como lo afirma (Hernández et al., 1998), en su estudio denominado “Concentración de flúor en la orina de niños radicados en la Ciudad de México”, la concentración de flúor consumido está ampliamente relacionada con la concentración de flúor eliminado en la orina.

Para la medición de flúor en orina se conocen 3 métodos de recolección de la muestra; puntal (muestra Spot), matutina (muestra Spot) y muestra de 24 horas, Las muestras Spot son cómodas y de fácil recolección, idónea para mediciones de grandes grupos o poblaciones, si bien, la OMS recomienda medir los fluoruros por medio de muestra de orina de 24 horas, siendo esta más precisas, estudios realizados por Bruna, (2015) de la Universidad de Chile de la facultad de Odontología, muestran un nivel de significancia nulo entre los métodos de recolección de muestra de orina matutina y muestra de 24 horas en 13 adolescente de 12 años, en otras palabras, no hay grandes diferencias entre los dos tipos de recolección de muestra, medidos por medio de la metodología de electrón ion selectivo. Por ello, para nuestro estudio se escogió la metodología de muestra Spot, muestra puntal recolectada en horas de la mañana, realizando comparaciones entre adolescente y niños de poblaciones que habitan en zonas fluoradas y no fluoradas. Es importante señalar que un consumo óptimo de flúor se encuentra en un rango de 0,7 - 1,2 ppm, de tal forma que si hay concentraciones mayores se tiene una sobreexposición al flúor **(Boischio, s.f.)**

En cantidades moderadas este elemento ha sido utilizado en tratamiento de osteoporosis ya que favorece el aumento de la masa osea, permitiendo de esta forma evitar lesiones, pero cuando se excede el nivel de consumo de fluor “puede destruir los procesos de formación y resorción ósea, lo que puede provocar trastornos del recambio óseo y provocar una fluorosis esquelética” (Chen, Yan, & Hui, 2017). Además de causar afectaciones a nivel oseo, el fluor afecta el sistema nervioso, estudios demuestran problemas a nivel neuronal que puede estar implicando el desarrollo u aprendizaje cognitivo, debido a que el F (Fluor) atraviesa la barrera hematoencefalica produciendo cambios funcionales y bioquimicos que durante el proceso de la gestacion se acumula a nivel del tejido cerebral generando trastornos de aprendizaje (Valdez et al., 2011). Tambien se relaciona que los neurotransmisores tales como “norepirefrina, 5-hidroxitriptamina y de sus receptores, que se encuentra disminuido en el cerebro de fetos que se localizan en areas que presentan casos de fluorosis endemica”, estos neurotransmores son llamados tambien noradrenalina que es la hormona encargada de controlar las acciones de respuesta y atencion, al igual que la serotonina que se relaciona con los estados de animo como los procesos de regulacion del cuerpo.

4.1.1. Normatividad de fluoruros

Tal como lo menciona Ministerio de Salud y Protección Social, (2016), desde 1945, se implementó en Colombia la fluorización del agua de consumo humano en las ciudades más importantes para el control de caries de la población, no obstante, esta estrategia se quedó corta y

solo alcanza una reducida cantidad de habitantes, en consecuencia, el gobierno colombiano enfatizó en buscar otras estrategias que pudieran cubrir la mayor cantidad de la población. Ya en 1989 con un mejor cubrimiento de población en Colombia se decreta el uso de la sal fluorada y yodada para el manejo de caries dental. Es importante destacar que no todas las ciudades y municipios de Colombia quedaron libres o exentos de fluoruros en sus aguas debido a que sus altos niveles de fluoruros son de origen natural, a causa de aljibes o pozos subterráneos que se encuentran rodeados por rocas cargadas con este mineral en altas concentraciones.

Mediante la resolución 2115 de 2007, se estableció el control de diversas sustancias de interés en el agua, lo cual obliga a vigilar los niveles de concentración de flúor, teniendo como valor máximo aceptable de fluoruros en agua 1 mg/L; también define las frecuencias y número de muestras de control de la calidad física y química del agua que deben ser monitoreadas en la red de distribución por parte de las personas prestadoras y por la autoridad sanitaria. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016, p.90)

La revisión y seguimiento de la calidad de agua potable en Colombia, se hace dependiendo de la cantidad de habitantes que tengan dichos municipios, por consiguiente, de forma anual se realizan los estudios pertinentes a poblaciones pequeñas y semestralmente a municipios con grandes poblaciones. Esta misma resolución en el artículo 34 contempla que, si, se sobrepasan los valores máximos aceptables de estas características, se deberán incorporar al mapa de riesgo (Ministerio de la protección social ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2007), además, de presentar un informe de metodologías y análisis de las aguas que presentan altos índices de fluoruros de manera anual por parte del Instituto Nacional de Salud y otros ministerios encargados de supervisar la calidad de agua potable colombiana.

En Colombia aproximadamente 21 de los 34 departamentos del país se encuentran con excesos de flúor, ya sea de origen natural en el agua o de manera artificial en la sal de consumo diaria, provocando en muchos municipios la prevalencia de fluorosis dental (Misnaza & Tovar, 2017), el informe quincenal epidemiológico nacional muestra que 24 municipio en el territorio nacional presenta niveles en exceso de flúor en el agua (<1.0 ppm F) y 53 municipio con niveles en exceso en la sal (<220 ppm F), donde el municipio de Palermo cuenta con un nivel de flúor en agua de 2,52 ppm. De acuerdo a los diferentes informes IQEN, el municipio de Palermo, Huila siempre ha reportado estos altos niveles.

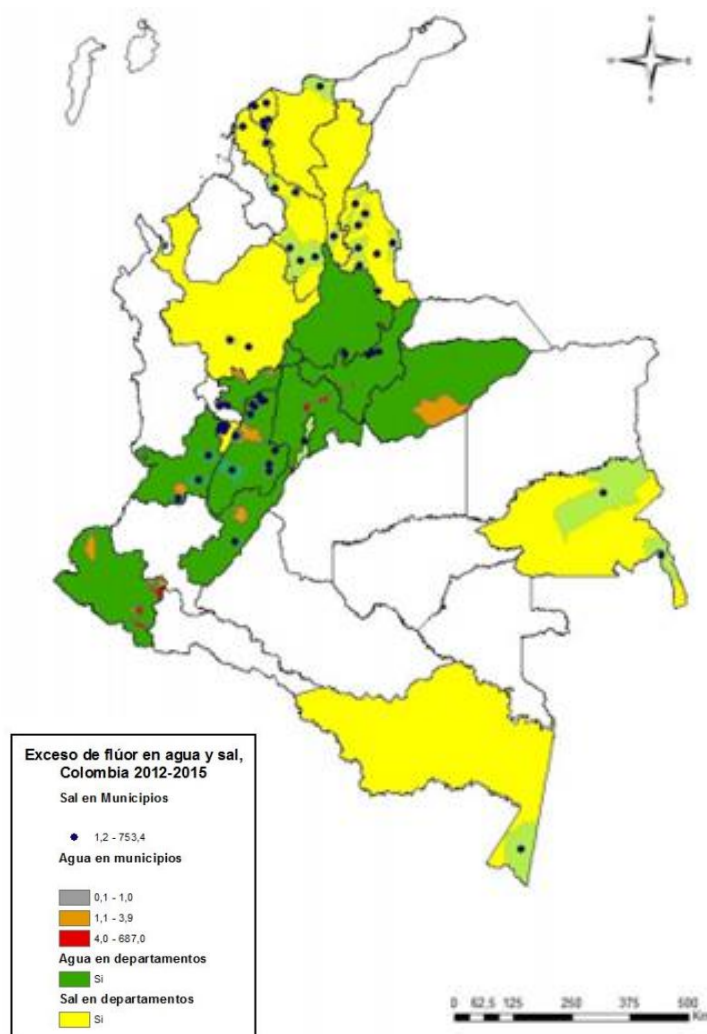


Ilustración 3. Mapa de Riesgo por Fluoruros en Agua y Sal en Colombia. Tomado de Sivicap, Instituto Nacional de Salud y Laboratorios Departamentales y Distritales de Salud Pública, Colombia 2012-2015.

4.1.2. Métodos de determinación de los fluoruros

Por muchos años se ha querido estudiar las consecuencias del flúor en el organismo humano, por ello, se han creado numerosos métodos de determinación de Ion fluoruro. En el estudio realizado por (Rigalli, Brun, Di Loreto, & Pera, 2017). Se encontraron un total de 92 métodos con diferentes equipos para la determinación de fluoruros en muestras biológicas, entre ellos se resaltan, el método de Stands (4500-F-D), cromatografía de gases (4500-F-E) , destilación de flúor y Métodos potenciométricos (4500-F- C).

El método potenciométrico es un equipo de fácil manejo, el cual es descrito como una técnica de medición de diferencias de potenciales en una celda electroquímica, midiendo así directamente el potencial de la muestra (Hernández & Fabiano, 2010). El equipo electro selectivo de ion específico tiene componentes potenciométrico fundamentales como: un electrodo de referencia, un electrodo indicador y un dispositivo de medida de potencial (Secretaría de Economía, 1982). Este medidor de fluoruro mide concentraciones desde 0,05 mg/L hasta 1,9g/L, con una calibración automática de 1 o 2 puntos con soluciones patrones de 1 ppm, 2 ppm, 10 ppm, 100 ppm y 1000 ppm dependiendo al rango de concentración de la muestra, además, mide rangos de temperatura de 0 a 80 °C y rangos de pH de 5 a 8, este equipo se encuentra constituido por una sonda de acero inoxidable HI 7662 para la medición y compensación de temperatura (Hanna Instruments, s.f). También posee un electrodo de flúor HI 4010, que es un electrodo de ion selectivo creado para medir los iones de fluoruro en soluciones acuosas, posee un cristal de fluoruro de lantano (**Laf₃**) insoluble en las soluciones de muestreo, este cristal produce un cambio de potencial que varía con los cambios de actividad iónica, con esto se quiere decir, que al estabilizarse la fuerza iónica de la muestra también se estabiliza el voltaje y la concentración de los iones de flúor en la solución siendo estas dos últimas variables directamente proporcionales (Hanna Instruments, 2012) . Finalmente lo acompaña al equipo un electrodo de referencia HI 5313 con su respectiva solución de relleno HI 7075, este electrodo es utilizado como su nombre lo indica de referencia al proporcionar potenciales reproducibles y que tenga un potencial sin cambios con el paso de pequeñas corrientes que pueden llegar a interferir, dicho de otra manera, es un electrodo con un potencial conocido y que no le afecta la composición de la muestras (Brunatti & De Napoli, 2008), Es indispensable el uso del reactivo TISAB ya que es una fórmula empleada específicamente para estas mediciones de fluoruros, al ajustar las muestras y estándares a una fuerza iónica constante necesaria para el electrodo HI 4010 como se mencionó anteriormente, ajusta de igual manera las muestras a pH, donde, estabiliza la actividad de las soluciones reduciendo interferencias por metales como Aluminio **Al₃⁺** y Hierro **Fe₃⁺** entre otros y forma complejos fluorados que ayudan a la medición total directa del ion flúor (Hanna Instruments, 2012).

El equipo realiza su medición con base a la ecuación de Nernst como se muestra a continuación.

$$E = E_a + \frac{2,3 RT}{nF} \log A_{\text{ión}} \quad E = \text{potencial observado}$$

$$E_a = \text{Voltajes internos fijos y de referencia}$$

$$R = \text{constante de los gases } \left(8,314 \frac{J}{K} Mol\right)$$

$$n = \text{Carga de ión } (1 -)$$

$$A_{\text{ión}} = \text{actividad iónica dentro de la muestra}$$

$$T = \text{temperatura absoluta en } K$$

$$F = \text{constante de Faraday } (9,648 \times 10^4 C/\text{equivalente}).$$

4.1.Cognición.

La palabra cognición tiene diversos significados que, según Davis, (2014) el principal proviene del latín “*Cognoscere*” que significa “conocer” (p.10), esta definición relaciona la cognición con el conocimiento y toda una multitud de información intangible que se adquiere con el aprendizaje. Conocer el hombre, como aprende y el porqué de su comportamiento ha sido una labor vital para muchos científicos y pensadores en todo el mundo desde finales del siglo XIX hasta la actualidad. Para el año de 1879 se creó el primer laboratorio psicológico por Willhelm Wunt, con el objetivo principal de explicar la adquisición del conocimiento y el funcionamiento de la conciencia humana, mediante la autoobservación experimental (Vásquez, Ruiz, & Apud).

Antes de la aparición de las teorías del aprendizaje y psicológica cognoscitiva, surgieron muchas hipótesis del aprendizaje de los seres humanos, siendo las siguientes de mayor relevancia; *La Teoría del Conductismo* (1914), encargada de estudiar la adquisición del conocimiento mediante el comportamiento (lo observable), dejando de lado toda idea de lo intangible como el pensamiento, realizando investigaciones desde la perspectiva del estímulo-respuesta, que pronto tendrían varios detractores que dieron paso a otras teorías que delimitaron procesos centrales y superiores que se antepusieron a la conducta humana tal como; el razonamiento, solución de problemas, lenguaje, entre otras (Flórez, et al., 2016).

Entre los años de 1930 y 1940 el conductismo era la ciencia más importante en el mundo, pero ya para los años 1955, varios científicos se inclinaron hacia la *Teoría del Procesamiento de la información*, considerándola como el punto de inicio de la teoría cognoscitiva, quien se ocupaba de estudiar el aprendizaje como una actividad de codificación, asumiendo que la mente humana es análoga al funcionamiento de un computador (Flórez , et al., 2016). A pesar de ser una teoría enriquecedora solo planteo algunos procesos cognitivos como la memoria, la percepción y la

atención, pero no logro explicar cómo se había obtenido el conocimiento almacenado en estos procesos.

Mientras la teoría del procesamiento de la información buscaba crear la inteligencia artificial y estudiar la inteligencia humana como un sistema operativo computacional (Seoane , s.f.), el más prestigioso científico y psicólogo Jean Piaget desde 1920 hasta su muerte en 1980, estudio de manera detallada el aprendizaje de niños, jóvenes y adultos en sus etapas del desarrollo intelectual (Schunk D., 2012), sus estudios concluyen que existe una alta relación entre el desarrollo cognitivo o capacidad de razonamiento con los cambios físicos de manera directa (como se citó en Davis , 2014). Jean Piaget es considerado uno de los pioneros constructivistas en psicología (Linares A. , 2009), sus estudios se han adecuado desde esta perspectiva, ya que toma la inteligencia como una construcción que parte de la relación del sujeto con su realidad externa, estableciendo que “*el origen de las capacidades cognitivas del individuo tiene su base en el desarrollo orgánico y biológico*” (Molina & Rada , 2013). Uno de los procesos cognitivos más representativo en esta teoría, es el proceso de asimilación-acomodación, el cual es el encargado de la adaptación del sujeto a la realidad para transformarla y mostrar los diferentes cambios a lo largo de su desarrollo (Mikulic, 2008), en resumen, una parte del conocimiento es heredado (la capacidad para relacionarse con el ambiente) y la otra parte se adquiere con la experiencia, donde se crea la estructura cognitiva, que va evaluando a lo largo de la vida (Cortés & Tlaseca, 2004).

A partir de la concepción de las teorías de Piaget en 1952, se habla de las teorías cognoscitiva y constructivista, aunque son teorías diferentes, comparten características esenciales para el aprendizaje (Payer, 2015,), de igual forma se establecieron diferentes posturas dentro constructivismo, pero todas con un punto en común “*intenta explicar cuál es la naturaleza del conocimiento humano*” (Payer , 2015, p.2). En el constructivismo surgieron variados científicos como Vygotsky, aseverando que la única forma de llegar a un conocimiento verdadero es por medio de la interacción social (Davis , 2014), donde toma la mente humana como una organización interna propia que crea la realidad y que construye su propios significados mediante el análisis del contexto en el que se encuentra inmerso (Leiva, 2005), adquiriendo la necesidad de postular operaciones internas propias de cada individuo (Gutiérrez , 2005), dando por hecho el surgimiento de la teoría constructivista a la parte de las teorías cognoscitivas (Payer , 2015). En la actualidad las teorías neo-piagetiana acerca del desarrollo cognitivos, integran teorías de Piaget a teorías cognitivas actuales asumiendo que la teoría del desarrollo cognitivos y los estadios del desarrollo

cognitivo propuestos por Piaget, son causados por el aumento de funciones cognitivas actuales, como la memoria de trabajo, localizada en estructuras cerebrales específicas (Centro de Psicoterapia Cognitiva, 2015).

4.1.1. Estadios del desarrollo cognitivo.

Con base a todos los estudios realizados por Jean Piaget, decidió enmarcar los momentos de equilibrio característicos de las etapas de la vida, denominándolos estadios de desarrollo cognitivo. Dado que las etapas difieren unas con otras, fue necesario organizarlas de manera jerárquica teniendo en cuenta que no se puede saltar de un estadio a otro de forma aleatoria, ya que cada estadio es el complemento del siguiente. Para él, la inteligencia tiene aspectos cualitativos y sigue patrones que se estandarizaron en los ya mencionados estadios del desarrollo cognitivo (Aragón & Rodríguez, 2017)

La primera etapa denominada “*el estadio sensoriomotriz*” que comprende las edades de 0 a 2 años; el segundo corresponde al “*estadio preoperacional*” que incluye edades de 2 a 7 años; en tercer lugar, se encuentra “*el estadio de las operaciones concretas*” que abarca las edades de 7 a 12 años; y por último “*el estadio de las operaciones formales*” que marca un punto radical entre la niñez y la adolescencia, que parte de los 12 años (Linares, 2009).

El estadio sensoriomotriz es caracterizado por los reflejos y sensaciones, acciones concretas, de causalidad e intencionalidad, la cual se ramifica en 6 subestadios (Linares, 2009). *El estadio preoperacional* es caracterizado por procesos cognitivos como el pensamiento con representaciones simbólicas, donde los niños crean imágenes de los objetos o personas ausentes, siendo el juego simbólico predilecto en esta etapa, motivando a fortalecer la creatividad e imaginación para abrir paso al lenguaje que se da por la experiencia basada en actividades o deseos, sin embargo, el niño es incapaz de estructurar algo lógico (Linares, 2009).

El estadio de las operaciones concretas es determinado por la acomodación del pensamiento infantil al pensamiento lógico reflexivo y operaciones mentales (Davis, 2014), es decir el pensamiento es basado en la reflexión y no en las apariencias. El pensamiento del niño retira los limitantes como la centralización (fija toda su atención a una sola característica) y el egocentrismo, para pasar a considerar e interpretar varias características a la vez y abre su mente para analizar mejor las experiencias desde varios puntos de vista y no solo el suyo (Linares, 2009).

Según Linares (2009), existen 3 tipos de operaciones mentales en el estadio de las operaciones concretas; la primera es la *seriación*, que es la habilidad de ordenar las ideas en

progresión lógica y para ello es necesario la comprensión numérica, La segunda es la *clasificación*, que requiere la habilidad de establecer relaciones entre los objetos por tamaño y forma de manera consecutiva mental, comprendiendo así, la jerarquía y la sistemática de las cosas, en tercer lugar se encuentra la *conservación*, la cual implica entender de manera racional los cambios físicos entre objetos maleables, afirmando que los objetos pueden cambiar de forma y tamaño (características visibles), pero no cambia las características propias del objeto, siendo esta de 4 tipos; conservación líquida, de masa, de números y de volumen.

En la edad de 12 años se hace un cambio radical de pensamiento y de tipo de desarrollo cognitivo dejando de lado las operaciones concretas y entrando al estadio de las *operaciones formales*, marcando un punto radical entre la niñez y la adolescencia, no solo a nivel cognitivo sino también a nivel biológico (Linares,2009). El adolescente muestra un pensamiento estructurado con habilidad de razonamiento, reflexión y resolución de problemas de forma lógica, generando ideas, críticas, hipótesis, sistematización, comparación, sin necesidad de observación directa (Linares, 2009). En esta etapa se encuentran cuatro características fundamentales; iniciando con la *lógica proporcional*, que en otras palabras es la destreza para sacar una conclusión de dos afirmaciones o ideas que se relacionan entre sí, la siguiente es el *pensamiento hipotético-deductivo*, que contiene características propias del razonamiento científico, que es la idoneidad de crear y comprobar hipótesis con argumentos propios de forma lógica y sistemática, seguido del *razonamiento combinatorio*, que se asume como la destreza de pensar en causas múltiples y en último lugar se encuentra *el razonamiento de la probabilidad y las proporciones*, centrando su atención en el pensamiento reflexivo y en la inferencia de dos cantidades, representando el problema de forma mental (Davis, 2014).

4.2.Desarrollo cognitivo a nivel académico.

Cuando se usa el término “edad escolar” se hace referencia a la edad que comprende de los 6 a los 12 años (Pizzo, 2006), al trabajar en él estudió con edades de 6 a 17 años, no se puede tomar esta denominación, a cambio se usó el termino de edad académica, entendiéndose como la edad en donde se encuentran los estudiantes en la educación básica y media (Ministerio de Educación Nacional, 2006). Planteando así, al “*desarrollo cognitivo a nivel académico*”, como el desarrollo cognitivo de niños y jóvenes entre las edades 6 a 17 años, desde la perspectiva de las teorías de Piaget.

La revolución cognitiva es el conjunto de teorías enfocadas en el estudio del comportamiento humano centrado en aspectos no observables, que ayudaron a concebir al aprendizaje como el cambio conductual, de ideas y de pensamientos, gracias a la activación de estructuras cerebrales específicas (Gutiérrez, 2005). Cabe mencionar además que el desarrollo cognitivo para Piaget consistía en la organización del conjunto de procesos mentales (internos) que tenemos todos los seres humanos (Centro de Psicoterapia Cognitiva, 2015). No obstante, solo un proceso es el implicado de hacernos seres superiores a otras especies, el razonamiento (González, 2011). Dicho proceso mental superior es radical en el aprendizaje, sin él, no tendríamos la capacidad de generar concepto, clasificarlos o realizar jerarquías. A nivel académico, se hace difícil y complejo medir este proceso mental tan necesario en el aula de clase, por ello se recurren a teorías que expliquen de manera más precisa el aprendizaje como las teorías de Piaget y que facilita la clasificación de niños y jóvenes en base al razonamiento. Es necesario conocer y manejar herramientas propias para docentes como el Test de Lawson que implica utilizar todos los tipos de razonamiento necesarios para medir el aprendizaje. La clasificación del razonamiento es muy variada, pero la mayoría de psicólogos comparte la noción que los tipos de razonamiento son: el razonamiento inductivo, el razonamiento deductivo y razonamiento probabilístico (Horsella & Allendes, 1996).

4.3. Aprendizaje, razonamiento (resolución de problemas) y su relación con las estructuras cerebrales.

El cerebro humano es una estructura de gran complejidad, formada por conjuntos de neuronas que están interconectadas, y se encuentra dividido en dos hemisferios (izquierdo y derecho) (Pimienta & Arango 2004). Esta estructura tiene funciones cognitivas particulares con ubicaciones cerebrales amplias. Cada subdivisión del cerebro se conoce como lóbulo; frontal, occipital, temporal y parietal (Ormrod, 2005).

Como se mencionó anteriormente las teorías neo-piagetianas integran las teorías de Piaget y las teorías cognitivas actuales, sugiriendo que los estadios del desarrollo cognitivo se dan por el aumento de la memoria de trabajo. Entendiéndose como memoria de trabajo a todos aquellos procesos implicados en la comprensión, la lectura, las habilidades matemáticas, el aprendizaje o el razonamiento de manera temporal (a corto plazo) (González, Fernández, & Enrique, 2016), en síntesis la memoria de trabajo es uno de los elementos cognitivos más importantes en el

aprendizaje, correlacionando significativamente con el rendimiento académico (González, Fernández, & Enrique, 2016).

Acedo Baquedano & AcedoLizárraga, (2006) afirman que el razonamiento es un grupo de procesos mentales que se deduce y se incorpora al conocimiento de cada individuo, es decir que la capacidad de razonamiento se adquiere con un número determinado de habilidades cognitivas, que al final son el vínculo entre el saber y el saber hacer, siendo este uno de los parámetros esenciales de la medida del coeficiente intelectual, que es una colección de todos los conocimientos matemáticos, lógicos, escritos, comunicativos y de pensamiento que puede adquirir una persona a lo largo de su vida, por consiguiente influye de manera proporcional en el dominio académico, laboral y personal de todo ser humano (Horsella & Allendes , 1996, Montoya , Trujillo Orrego & Pineda , 2010). El razonamiento se conoce como un proceso de extracción de conclusiones a partir de experiencias y estas a su vez están conformadas de pensamientos deductivos, inductivos y probabilístico (Peña, 1993).

Como se mencionó los tipos de razonamiento medidos por el test de Lawson y clasificado por diversos psicólogos se agrupan en los siguientes: *el razonamiento inductivo*, que parte de lo particular a lo general y su actividad se localiza en el hemisferio izquierdo del cerebro humano, *el razonamiento deductivo* generado por el pensamiento inductivo, que parte de lo general a lo particular y se ubica en zonas cerebrales del hemisferio derecho posterior, además de activar otras zonas cerebrales como el lóbulo parietal y el tálamo, y por último *el razonamiento probabilístico* utilizado por el razonamiento deductivo para explicar el azar y los fenómenos aleatorios, ubicado en zonas cerebrales como el hemisferio izquierdo en la corteza frontal dorso-lateral. Por otra parte, si se tiene un referente conceptual el razonamiento deductivo se activa tanto en la zona frontal del cerebro como en la zona temporal (Castillo, 2012).

Arango y Pimienta (2004) en su artículo denominado “*El cerebro: de la estructura y función a la psicopatología primera parte: Bloques funcionales*”, divide en cinco bloques las funciones mentales superiores; la percepción, la memoria, la solución de problemas (razonamiento), el sistema comparador y las funciones afectivas. Estableciendo una relación teórica importante entre la ubicación de las funciones superiores como la memoria y la solución de problemas (razonamiento), en estructuras cerebrales como el hipocampo y corteza prefrontal, siendo estas funciones y estructuras cerebrales indispensables para el proceso de aprendizaje. Subrayando que “*La corteza prefrontal es la estructura especializada en solucionar problemas*”. Además de

mencionar que gracias al proceso cognitivo de resolución de problemas y a la interacción con el ambiente existe la evolución biológica.

La localización del razonamiento y la solución de problemas han sido de gran importancia para la neuropsicología clínica, ya que afectaciones a estas funciones cognitivas puede traer como consecuencia, trastornos neurológicos por daños en áreas específicas del cerebro (Menéndez 2013). Como se mencionó anteriormente el lóbulo frontal y el hipocampo (zona del lóbulo temporal) son por excelencia precursores del aprendizaje y lesiones Químicas, Biológicas o físicas en estos lugares puede traer déficit en actividades intelectuales (Menéndez 2013). Tal como lo plantea Mc Carthy y Warrington 1990, en su libro ‘‘Cognitive Neuropsychology’’ (citado por Menéndez, 2013), bajas calificaciones en test de resolución de problemas y de razonamiento como Torres de Londres, Clasificación de Weigl, Cartas de Wisconsin o pruebas de categorización y formación de conceptos, los cuales, son un conjunto de test que evalúan la adquisición de un concepto y del uso del razonamiento (American Psychological Association, 2010), pueden ser explicadas por lesiones de la corteza prefrontal en ambos hemisferios del cerebro, atribuyendo así, que lecciones en esta corteza cerebral también reducen drásticamente el trabajo de memoria, como lo planteó en las teorías neo-piagetianas.

La psicología comprende dos ramas: la psicología pura y psicología aplicada o psicotécnica (Gomez S. , 2012), siendo la segunda de gran importancia, porque en ella se enfatiza la estandarización de pruebas de carácter clínico, pedagógico entre otros y considera la inteligencia como un conjunto de capacidades (Gomez S. , 2012). Su evaluación es principalmente cuantitativa basado en comportamientos globales, los instrumentos evalúan aptitudes, habilidades, conocimientos, intereses, personalidades y adaptaciones (Álvarez , 2010). Hay una amplia gama de pruebas psicotécnicas que están agrupadas en 3 grandes ramas que son: la técnica pedagógica o psicopedagogía, técnica psicológica y técnica psicométrica (Gómez, 2012). Donde mediante el uso de escalas, instrumentos y pruebas se busca un diagnóstico construido mediante teorías basadas en las diferencias de cada ser humano e intentando agrupar y sistematizarlo en diferentes jerarquías (Gómez, 2012)

La psicopedagogía está establecida para la clasificación de alumnos en búsqueda de toma de decisiones sobre su situación académica, laboral, profesional y personal (Gomez, 2012). Los instrumentos de evaluación psicopedagógicos tienen como intención, que el estudiante pueda describir procesos como la conducta, la inteligencia y el rendimiento escolar, estos elementos

muestran la gran relación que existe entre la pedagogía y psicología. (Gómez, 2012). Esto indica que el uso de test o pruebas nos da un punto de referencia o guía para la comprensión de los niños y de los aspectos psicológicos que se quieran indagar y así poder marcar diferencia entre individuos o grupo de individuos, los test implementados en alumnos se pueden llevar a cabo de manera individual, colectiva o multifactorial, siendo los resultados fundamentales para entender y monitorear un alumno si es utilizada correctamente (Knapp, 1986).

4.4. Test de Lawson.

El razonamiento científico tal como lo afirma Ruiz (2007), es un método de observación, experimentación y análisis, que requiere edificar hipótesis y comprobarlas, su aplicación no solo es esencial para las ciencias naturales y las matemáticas, también puede ser usado en las demás áreas del conocimiento. Esta habilidad es esencial, para todos los campos de conocimiento, ya que nos permite organizar ideas y resolver problemas utilizando la reflexión, donde no se puede dar paso al pensamiento intuitivo. El razonamiento científico es utilizado por investigadores, universitarios y estudiantes de todos los niveles educativos, que en conjunto con otras habilidades orales y escritas estudiadas, puede marcar la diferencia entre un buen pronóstico estudiantil o por el contrario la deserción de este en cualquier carrera de la vida profesional. (Demandes et al., 2012), también es utilizado para la aplicación o desuso de diferentes estrategias pedagógicas o aprendizaje de conceptos particulares (Torres, Mora, Grazón, & Ceballos, 2013). Demostrando así que el razonamiento científico es un factor fundamental para el aprendizaje.

Aunque actualmente se toma en consideración las teorías piagetiana como enfoque de medida del aprendizaje, la teoría del desarrollo cognitivo sigue vigente desde diferentes puntos de vista de las teorías psicológicas, creando instrumentos para su determinación, tal es el caso del Test de Lawson, diseñado por Renner y Lawson, que aún se sigue implementado y utilizando en diversas áreas del conocimiento (Rodríguez, Mena, & Rubio, 2010).

Pruebas como el Test de Razonamiento Científico (Lawson et al., 2000) sustentan la teoría del desarrollo cognitivo, permitiendo evaluar las etapas del pensamiento (Kohan, 2002). Dicha evaluación examina el desarrollo entendiéndolo como proceso temporal, que varía con las experiencias, donde hay una sucesión continua de habilidades y procesos cognitivos, esta ideología descarta la medida de la inteligencia realizada por la psicometría clásica ya que no muestra la dinámica real del razonamiento (Mikulic, 2008). El principal objetivo de las escalas del desarrollo cognitivo es la identificación de los seres humanos en un determinado nivel de pensamiento o

estadio y así pronosticar la posible forma de pensar y resolver un explícito tipo de problema (Mikulic, 2008). Esta escala se basa en resultados cualitativos estandarizados para la comparación de medidas cuantitativas evaluadas por las escalas de coeficiente que miden cambios en el grado del dominio en la resolución de diferentes tareas (Mikulic, 2008).

Basada en la sustentación de las diferentes etapas, por las cuales deben pasar niños y jóvenes, se encontraron herramientas que clasifican y estandarizan procesos cognitivos entre poblaciones (Díaz, 2012), identificando así los perfiles cognitivos mediante actividades propias de cada estadio piagetiano, el cual proporciona una prueba válida y fiable de los niveles de desarrollo cognitivo de niños y jóvenes (Sánchez , 2016). La validez del Test de Lawson, fue determinada hasta el año 2000 por Lawson, Clark, Crammer, Falconer, Seaquist y Kwon, modificando totalmente las versiones anteriores (Salazar, García, Duarte, & Domínguez, 2014).

El test de Lawson proporciona 12 actividades con preguntas doble, dada de manera detallada con un total de 24 preguntas, proporcionando como resultado un total de 12 puntos ya que cada actividad tiene a continuación su respectiva justificación y solo se tendrá en cuenta si se responden de manera correcta tanto la experiencia como la justificación de esta. Cada pregunta tiene un tipo de razonamiento particular de cada estadio o etapa del desarrollo cognitivo concreto, en transición o formal (Díaz, 2012).

Existen niveles de razonamiento científico basados en los estadios del desarrollo cognitivo, siendo las siguientes: *Empírico-Inductivo* o estadio concreto, caracterizado por alumnos incapaces de entender hipótesis observables, pero si pueden lograr hacer ensayos mentales, en cambio el *razonamiento científico de transición*, necesita haber desarrollado el pensamiento concreto, con capacidad de formular hipótesis y probarla, finalmente el *razonamiento hipotético-deductivo*, que son estudiantes con todas las capacidades de entender y resolver problemas con entes causales observables y no observables (Pérez, 2014).

5. Objetivos

5.1.General

Determinar la relación que existe entre los altos niveles ion fluoruro y el proceso cognitivo de razonamiento científico en estudiantes de primero a undécimo grado de la Institución Educativa el Juncal de la Vereda el Juncal del municipio de Palermo- Huila.

5.2.Específicos

- Identificar por pruebas de orina a través del Método Potenciométrico Ion Selectivo, los niveles de ion fluoruro en la orina de los niños y jóvenes de primero a séptimo grado de la Institución Educativa el juncal de la vereda el Juncal en el municipio de Palermo.
- Establecer el nivel de desarrollo cognitivo por medio del Test de Lawson en los niños y jóvenes de primero a séptimo grado de la institución Educativa el Juncal de la vereda el Juncal en el municipio de Palermo.
- Correlacionar los resultados obtenidos en la vereda el Juncal y el corregimiento el Caguan a partir de la toma de muestras de orina y la aplicación del Test de Lawson.

6. Metodología.

En el siguiente apartado se presenta la metodología desarrollada para el análisis de la relación entre excreción de flúor y el proceso cognitivo de razonamiento científico (solución de problemas), por ello se indagó a través de un enfoque cuantitativo y experimental, al realizarse una intervención manipulada de la variable independiente (nivel de flúor) sin intervención a la variable dependiente (razonamiento científico y rendimiento académico), es decir, se planteó un tipo de diseño cuasi-experimental, observando así su efecto en las variables dependientes que son razonamiento científico y rendimiento académico (Hernández, Fernández , & Baptista, 2014). A través de la metodología empleada se caracterizaron los datos arrojados por medio de la encuesta, el cual estableció diferencias y semejanzas entre los mismos estudiantes de la Institución educativa el juncal y grupo control. De igual forma se analizó la aplicación del test de Lawson que permitió distribuir los estudiantes en las diferentes escalas de pensamiento cognitivo con base en los estándares básicos de competencias.

6.1. Metodología cuantitativa

En la metodología cuantitativa se utilizó todos los datos que se han obtenido durante la investigación, con el fin de clasificarlos, procesarlos y analizarlos en datos numéricos con variables que han sido previamente establecidas (Sarduy, 2007). Así mismo este tipo de investigación nos permitirá corroborar si lo planteado es verdadero, ya que, al usar datos en base a mediciones numéricas, permitirá establecer patrones y probar hipótesis (Hernández et al., 2014).

Mediante la investigación cuantitativa se establece el nivel de concentración de fluor que excretan los niños y jóvenes en las diferentes edades de su desarrollo biológico a través de la orina, el número de respuestas correctas obtenidas en el Test de Lawson y el nivel de desempeño académico que presentan los estudiantes durante el periodo escolar.

6.1. Tratamiento estadístico de datos.

Los datos obtenidos en este estudio fueron tratados estadísticamente empleando los siguientes parámetros: *Error estándar* que es la desviación típica resultante de la obtención de las medias de distintas muestras aleatorias de la población (Universidad Cardenal Herrera , 2013). *Por*

percentiles, es el valor que cumple que el p % de las observaciones de las muestras son inferiores a él (y por tanto el resto son superiores a él) (Universidad Cardenal Herrera , 2013).

La *Correlación de Pearson* es el índice que se utiliza para mirar el grado de relación entre dos variables cuantitativas (Universidad Cardenal Herrera , 2013). Los valores de correlación van desde -1 hasta 1, siendo los valores extremos los que indican mayor correlación entre variables y siendo el 0 el punto que indica la no existencia de correlación (Universidad Cardenal Herrera , 2013). El *P- valor* (valor de probabilidad) su valor va entre 0 y 1. Se utiliza para contrastar una hipótesis. La *Regresión Lineal* Permite analizar la relación de los valores de una variable que están en función de otras (Universidad Cardenal Herrera , 2013).

El *Anova* permite comparar dos o más medias simultáneamente, así mismo la prueba *t-Student* permite estimar la media de una población pequeña, y finalmente la prueba de Levene que se utiliza para probar hipótesis sobre la igualdad de varianza de una variable (Universidad Cardenal Herrera , 2013).

6.2.Descripción de la población.

El proyecto de investigación tiene como muestra la Institución Educativa el Juncal de la vereda el Juncal del municipio de Palermo-Huila, ubicada al sur de la zona rural del municipio de Palermo, limitando al norte con la Vereda la Orquídea, al sur occidente con la vereda de Betania, al occidente con la vereda la Sardinata y finalmente al oriente con el municipio de Rivera (Institución Educativa el Juncal, 2016). El juncal junto con Praderas de Amborgo, hacienda Santa Bárbara y Villa Constanza tienen un acueducto de captación de agua a través de pozo profundo que por su ubicación geográfica sus aguas brotan con altas concentraciones de ion fluoruro, esta vereda también cuenta con una cobertura de 100% de alcantarillado sanitario, descargando sus aguas residuales en el río magdalena, sin tratamiento (Institución Educativa el Juncal, 2016). Esta vereda junto con la vereda la Sardinata, Betania y San Miguel comparten riquezas hídricas como el río magdalena, la represa de Betania, las quebradas Gallinaza, Sardinata, Pajarito; las lagunas: la Sucia, el Juncal, alimentado por el río magdalena por medio de bombeo, y lagos del Rosario, utilizadas para aprovechamiento turístico y agrícola (Institución Educativa el Juncal, 2016).

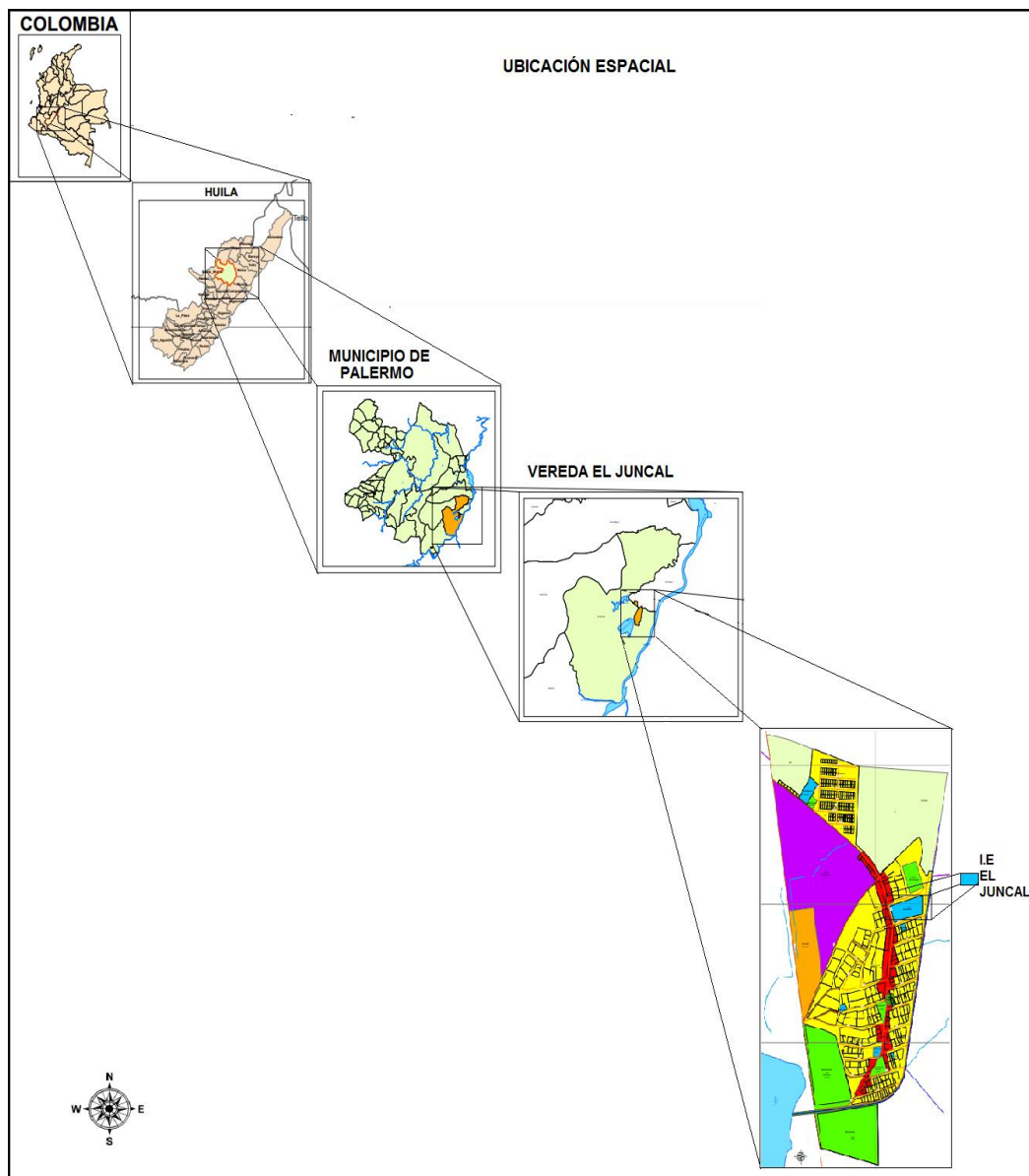


Ilustración 4. *Ubicación espacial de la Institución Educativa el Juncal. Recuperado de Alcaldía de Palermo, 2012.*

6.3. Fases de la Investigación

La investigación se llevó a cabo en 5 fases pretendiendo encontrar una relación entre el nivel de desarrollo cognitivo y los niveles de fluoruros en orina:

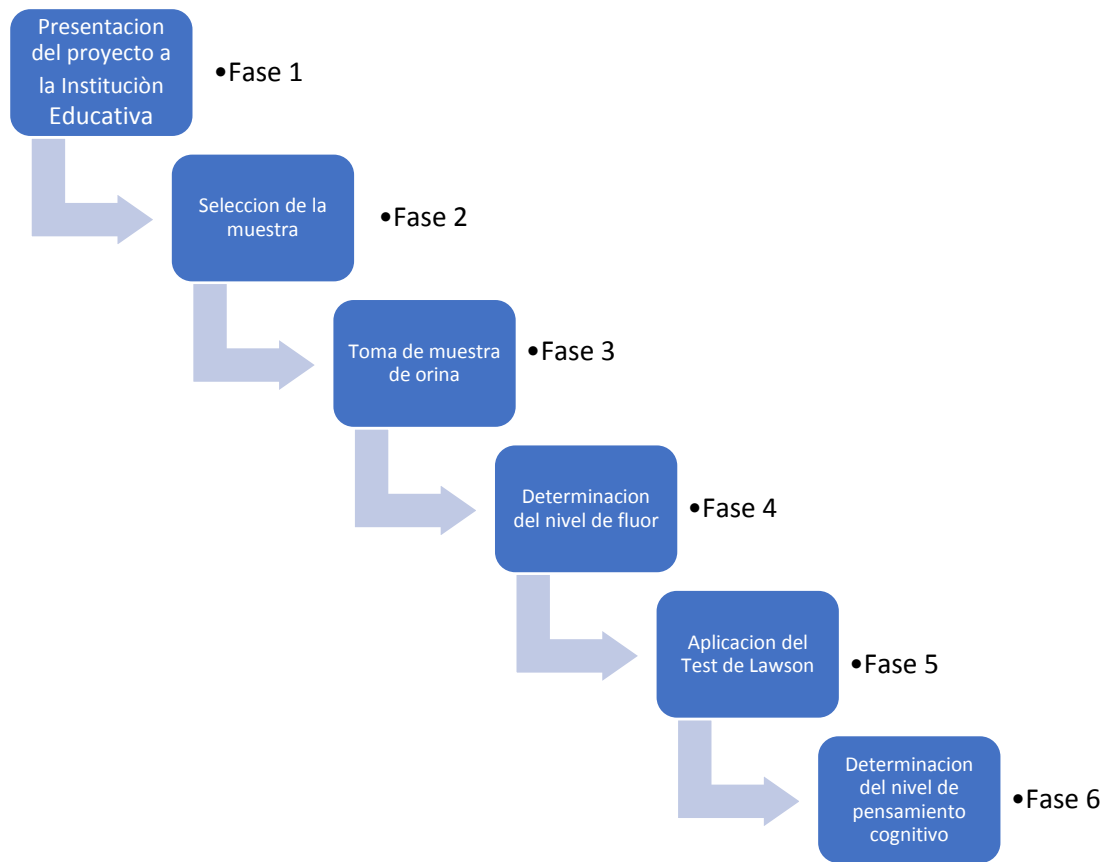


Ilustración 5. *Fases de la metodología de la investigación.*

6.3.1. Fase 1: Presentación del proyecto a la institución educativa

Para la realización de esta fase fue necesario solicitar los respectivos permisos requeridos a los administrativos de la Institución Educativa el Juncal (grupo experimental) y la Institución Educativa el Caguan (grupo control), para la aceptación del proyecto, en donde se comunicó de manera específica a través de cartas las actividades que se llevarían a cabo en el transcurso de la investigación (Anexo 1). Del mismo modo se realizó una serie de reuniones de padres de familia en la Institución Educativa, con el fin de explicar de manera detallada el proyecto, al igual que la realización de una encuesta (Anexo 2) para la obtención de datos personales del estudiante, así como también se solicitó la autorización para la recolección de muestras de orina y la aplicación del Test de Lawson a través de un permiso (Anexo 3) ver Ilustración No. 5.



Ilustración 6. *Reunión de Padres de Familia de los estudiantes del Juncal.*

6.3.2. Fase 2: Selección de la Muestra

La elección de la muestra fue probabilística aleatoria, de manera voluntaria y teniendo en cuenta las necesidades de la investigación (Hernández et al., 2014), como se muestra con la ecuación de tamaño de la población. el cual correspondió a 614 estudiantes entre los 6 a 17 años de los diferentes cursos de la Institución Educativa el Juncal de la jornada mañana.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

N = Tamaño de la población	614
α = Nivel de significancia	0.05
$(1 - \alpha)$ = nivel de confianza	0.95
d = precisión	0.05
$Z_{1 - \alpha}$	1.96
p = probabilidad de acierto	0.50
q = probabilidad de error	0.50

Los participantes fueron seleccionados teniendo en cuenta como parámetro principal el consumo constante de agua hiperfluorada del acueducto municipal y un tiempo mínimo de residencia de 5 años en la vereda, además, se tuvieron en cuenta parámetros de exclusión como limitaciones cognitivas, problemas en los riñones y antecedentes clínicos como: traumatismo craneano, hipoxia perinatal y enfermedad neurológica, esta información se corroboró a través de la encuesta, también fueron tenidos en cuenta factores económicos como era el costo y cantidad del reactivo TISSAB, motivos por los cuales la muestra problema se redujo a 89 estudiantes, de los cuales 54 fueron del Juncal (Muestra problema) y 35 del Caguan (grupo control).

6.3.2.1. Grupo Control

Para poder establecer una muestra control como referencia, se escogió el corregimiento el Caguan del municipio de Neiva-Huila, que se encuentra ubicado en la parte suroriental de la zona urbana del municipio de Neiva, Rio del Oro, Moscovia y al oriente con los predio Alto Cielo, al sur con el predio y quebrada Guacimal, predio Santa Bárbara y el arenoso; al occidente con el rio Magdalena (Consejo de Neiva, 2009), este corregimiento se encuentra conformado por 9 barrios; Centro, San Roque, La Esperanza, Los Comuneros, La Paz, Santa Lucia, Los Pomos, San Isidro y El Tejar (Alcaldia de Neiva, s.f). Al corregimiento del Caguan lo surten la quebrada denominada Neme el cual llega a la planta de tratamiento donde el agua es procesada para el consumo apto de sus habitantes.

Para ello se tomó como prueba a 35 estudiantes de la Institución Educativa el Caguan, el cual se encuentra en las mismas condiciones académicas y socioeconómicas de la institución educativa el Juncal, para ello se investigó los parámetros de categorización del colegio teniendo en cuenta los resultados de los últimos tres años de las pruebas ICFES del grado once y resultados de las pruebas saber de 3º, 5º y 9º, jornada escolar y zona rural.

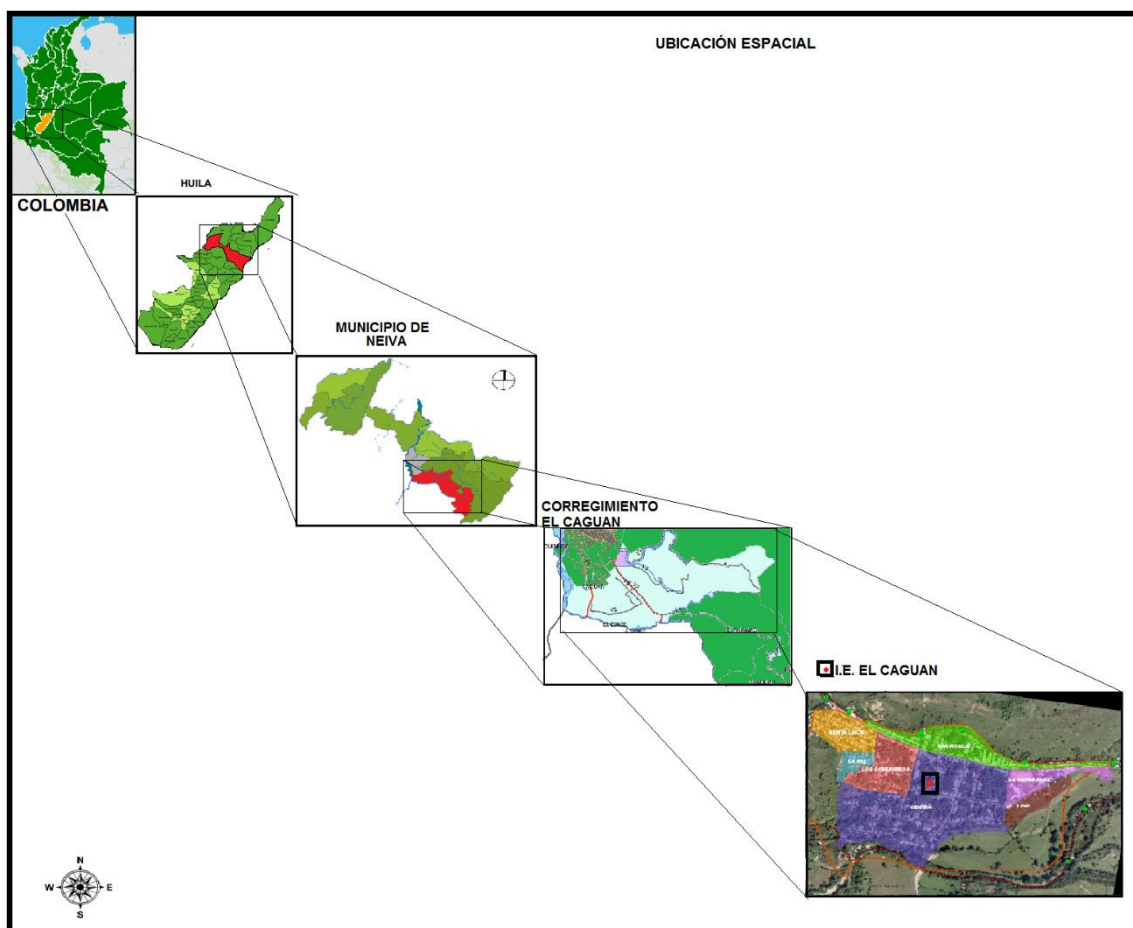


Ilustración 7. *Ubicación espacial de la Institución Educativa el Caguan.*

6.3.3. Fase 3: Toma de Muestras.

Para la determinación de los niveles de flúor en orina fue necesario una toma de muestra puntual de las dos Instituciones de estudio (grupo control y grupo experimental), la cual fue suministrada por los estudiantes durante la jornada académica, en frascos de polietileno (frasco para muestras de orina). Para la conservación de la muestra se adicionaron 0,2 g de EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) por cada 100 mL de muestra y se refrigeró a 4° C de temperatura sin interrumpir, ver Ilustración No.7.



Ilustración 8. Adición de 0,2 g de EDTA por muestra.

6.3.4. Fase 4: Determinación de los niveles de fluoruro

El análisis de la muestra de orina se llevó a cabo en los laboratorios de la corporación universitaria CORHUILA. La técnica empleada para el análisis de la muestra fue el método potenciométrico o método de electrodo ion selectivo, de acuerdo al método 4500-FC (Eaton, Clesceri, Greenberg, & Franson, 2005) con el equipo HI 98402 medidor de fluoruros en agua y orina. El equipo está constituido por un electrodo de referencia (HI 5313), electrodo de fluoruro (HI 4010) y la sonda de temperatura.



Ilustración 9. Equipo HI 98402 medidor de Fluoruros en agua y orina. Tomado de Hanna Instruments

La calibración del equipo se realizó mediante la construcción de una curva de calibración a partir de 2 puntos (10 ppm y 1.0 ppm) con 2 estándares de concentraciones conocidas, iniciando con la preparación de estándares de concentraciones de 1000 ppm de F⁻, 100 ppm de F⁻, 10 ppm de F⁻ y 1.0 ppm de F⁻ mediante el reactivo TISAB III (HC73100670) y estándar de flúor (HI4010-

01 al 0.10 mol/L) partiendo de la mayor concentración a la menor concentración. La curva de calibración se realizó por día o cada 10 muestras si el equipo presentaba alguna inconsistencia de dos décimas por encima o por debajo del patrón de referencia de un 1.0 ppm, teniendo en cuenta el manual del equipo HI 98402 medidor de fluoruro.



Ilustración 10. *Tisab III y Standar de Flúor*

Las muestras de orina refrigeradas se acondicionan a temperatura ambiente, al igual que el reactivo TISAB y se procede a la medición del pH. En un beaker de 50 mL se trabajó la proporción 1:10 con TISAB III, trasvasando con pipeta volumétrica 40 mL de muestra y 4 mL del reactivo TISAB, siendo la cantidad suficiente para que el equipo quede bien sumergido, sin tocar el imán y se lleve a cabo la agitación constante a 200 rpm aproximadamente durante la medición. Para evitar sesgos en la determinación de los niveles de ion fluoruro se realizó una medición por cada 10 muestras de un estándar con concentración de 1.0 ppm de F- conocida.

6.3.4.1. Toma de agua del Grupo control.

Para las muestras del grupo control (Caguan) se realizó el mismo procedimiento para la determinación de ion fluoruro, las muestras de orina fueron suministradas por lo estudiantes, adicionalmente se recolectaron 5 muestras de agua recolectadas en frascos de polietileno previamente lavados, enjuagados con agua purificada y 3 veces con agua desionizada, ver Ilustración No. 10,



Ilustración 11. *Frascos de polietileno previamente lavados con agua purificada y desionizada.*

Para el análisis de los niveles de flúor en el agua del grupo experimental, nos basamos en la investigación realizada por Meléndez & Losada, (2017), ya que se estudió por 6 meses los niveles de flúor en el agua de la vereda el Juncal, demostrando que cada muestra de agua recolectada en la vereda durante los 6 meses, excede lo permitido por la normatividad colombiana.

Los puntos estratégicos tomados del poblado el Caguan fueron: La Esperanza, Los Pomos, Centro, San Roque y San Isidro, estos lugares son tomados como referentes para la medición de la calidad del agua por la Secretaria de Salud municipal y la Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM).

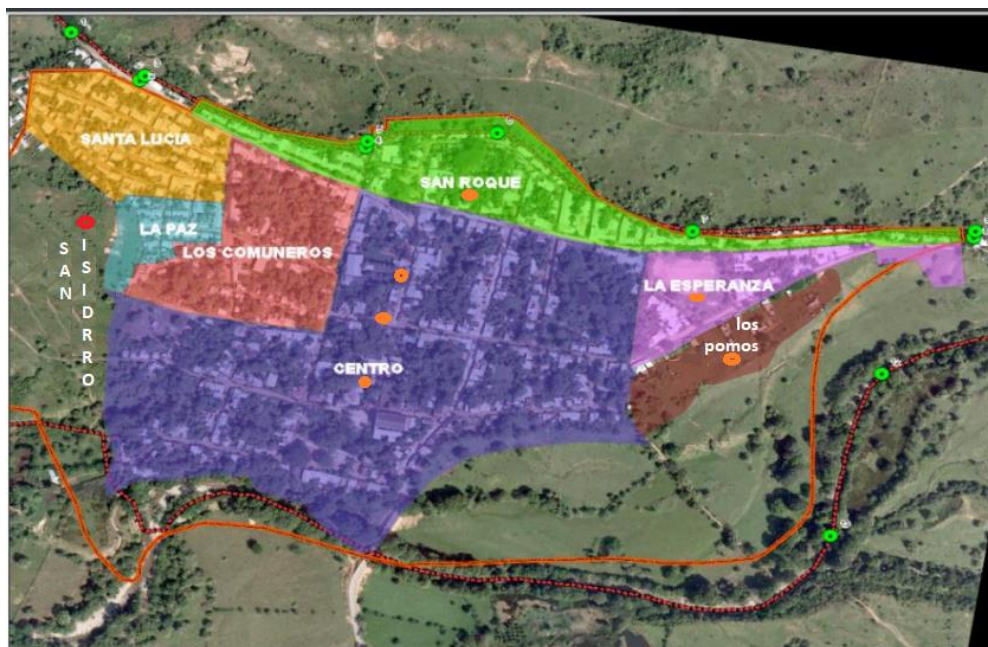


Ilustración 12. *Ubicación espacial de los puntos de muestreo de Agua en el Corregimiento el Caguan.*

6.3.5. Fase 5: Aplicación del test de Lawson

En la aplicación del test de Lawson (Anexo 4) se tuvo en cuenta algunos sesgos en los estudios realizados por las dificultades de comprensión en el Test, teniendo en cuenta esto, se realizó la demostración (ilustrativa y experimental) de cada uno de los ítems del cuestionario.

El trabajo de aplicación se realizó con grupos de 15 estudiantes, divididos en edades de 6-10 años y 11-17 años, esta prueba se llevó a cabo en un salón de clases proporcionando comodidad a los estudiantes, en cada sección se les explico las pautas respectivas y la mecánica de cada actividad, especificando que debían responder el test de manera personal según la observación de la demostración en cada pregunta, llevando una lectura cuidadosa junto con el tutor, el cual daba paso a la siguiente pregunta, esperando a que cada uno de los estudiantes respondieran sin presión alguna. Esta prueba permite a docentes e investigadores poder clasificar el desempeño en los distintos niveles de desarrollo de los estudiantes (Narváez, 2011).



Ilustración 13. Aplicación del Test en Primaria y Secundaria en la Vereda el Juncal del municipio de Palermo.



Ilustración 14. Aplicación del Test en Primaria y Secundaria en el Corregimiento el Caguan del municipio de Neiva.

6.3.6. Fase 6: Determinación del perfil cognitivo.

Para la validez de cada punto del test de Lawson se debe tener en cuenta que su respectiva evaluación se hace tomando dos ítems, ya que cada pregunta tiene su justificación, por ende, se agrupan en 12 puntos, el cual se asignan porcentajes de 0 a 100.

Teniendo en cuenta el resultado del estudiante se clasifica según los siguientes porcentajes: $\leq 33,33\%$ (de 0 a 4 respuestas) el estudiante se encuentra en el estadio de operaciones concretas, $\leq 33,33\% \geq 66,66\%$ (de 5 a 8 respuestas) el estudiante se encuentra en transición y $\geq 66,333\%$ (de 9 a 12 respuestas) (Rodríguez, Mena, & Rubio, 2010), el estudiante se encuentra en el estadio de operaciones formales tal como se ilustra en la Tabla No. 2.

Tabla 2. Evaluación del Test de Lawson.

Pregunta	Capacidad Evaluada	valor	%	Estadio
1,2	Conservación del Peso	8,333		
3,4	Conservación del volumen desplazado	8,333	33,332	CONCRETO

5,6	Pensamiento de proporcionalidad	8,333		
7,8	Pensamiento avanzado de proporcionalidad	8,333		
9,10	Identificación y control de variables	8,333		
11,12	Identificación y control de variables	8,333		
13,14	Identificación y control de variables, pensamiento probabilístico	8,333	66,664	TRANSICION
15,16	Identificación y control de variables, pensamiento probabilístico	8,333		
17,18	Pensamiento probabilístico y proporcional	8,333		
19,20	Pensamiento probabilístico y proporcional	8,333		
21,22	Pensamiento combinatorio	8,333	99,996	FORMAL
23,24	Pensamiento correlacional y probabilístico	8,333		

Fuentes: *Pérez, (2014); Díaz, (2012).*

Con base en la determinación del desarrollo cognitivo mediante el Test de Lawson o Test de razonamiento científico se tuvo en cuenta los estándares básicos de competencias en las áreas de Ciencias Naturales y Matemáticas, para así comprender las temáticas dadas por grados de tal forma que nos permita poder verificar si el estudiante, tiene los conceptos teóricos necesarios para responder correctamente cada capacidad de desempeño evaluada por el Test como se muestra en la Tabla No. 3.

Tabla 3. Evaluación del Test con base a los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales y Matemáticas.

Pregunta	Capacidad Evaluada	Estándar en Ciencias	Estándar en Matemáticas
1,2	Conservación del Peso	1 a 11	
3,4	Conservación del volumen desplazado	1 a 11	
5,6	Pensamiento de proporcionalidad		1 a 7
7,8	Pensamiento avanzado de proporcionalidad		1 a 7
9,10	Identificación y control de variables	4 a 11	6 a 11
11,12	Identificación y control de variables	4 a 11	6 a 11
13,14	Identificación y control de variables, pensamiento probabilístico		6 a 11
15,16	Identificación y control de variables, pensamiento probabilístico		6 a 11
17,18	Pensamiento probabilístico y proporcional		8 a 11
19,20	Pensamiento probabilístico y proporcional		8 a 11

21,22	Pensamiento combinatorio	10 a 11
23,24	Pensamiento correlacional y probabilístico	6 a 11

Fuentes: *Pérez, (2014); Díaz, (2012); Ministerio de Educación Nacional, (2006).*

7. Resultados

7.1.Grupo Control (Caguan)

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada que se tuvo como base para la recolección de información, la toma de muestras de orina y la aplicación del Test de Lawson por ello se inició con los resultados obtenidos en la prueba Piloto y Control llevada a cabo en el corregimiento el Caguan.

7.1.1. Encuesta

Los 35 participantes del estudio se escogieron de manera aleatoria en edades entre 6 a 17 años, agrupándolos por rangos de 6 a 8 años (3 mujeres y 5 hombres), 9 a 11 años (4 mujeres y 5 hombres), 12 a 14 años (5 mujeres y 4 hombres) y 15 a 17 años (5 mujeres y 4 Hombres), como se muestra en la Ilustración No. 14.

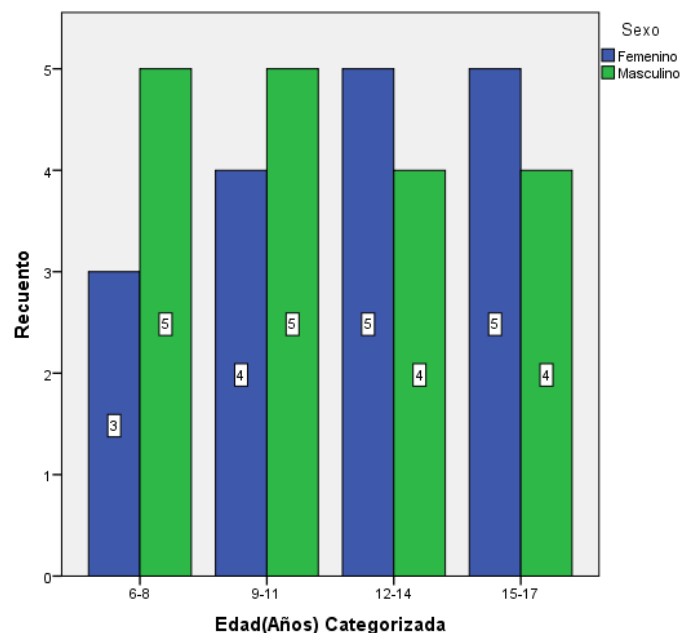


Ilustración 15. *Recuento de Edad (Años) Categorizada de los estudiantes del Caguan - Neiva*

Con base a los estudiantes seleccionados se inició un análisis descriptivo sobre la encuesta que les fue aplicada, en la Ilustración No. 15 se muestran los resultados obtenidos en la pregunta número uno, en cuanto al tiempo de residencia del estudiante y su familia en el Corregimiento el Caguan.

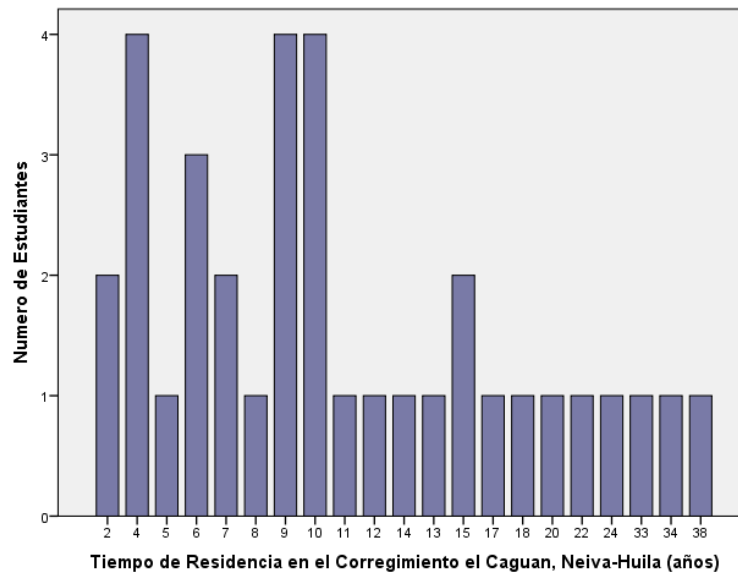


Ilustración 16. *Tiempo de Residencia de los estudiantes y sus familias en el Corregimiento el Caguan - Neiva*

De lo anterior podemos apreciar que los estudiantes y sus familias, llevaban viviendo un tiempo mínimo de 2 años y un máximo de 38 años en el Corregimiento el Caguan.

En los demás ítem de la encuesta no se encontró ninguna variabilidad, ya que ningún estudiante presentaba alguna enfermedad dental, ni presencia de dificultad en el aprendizaje, o antecedentes de alguna enfermedad importante, así como tampoco problema de riñones.

7.1.2. Toma de muestras de Agua

Los niveles de Flúor arrojados durante el análisis de muestras de agua tomado de los 9 puntos del corregimiento el Caguán se pueden observar en la Ilustración No.16.

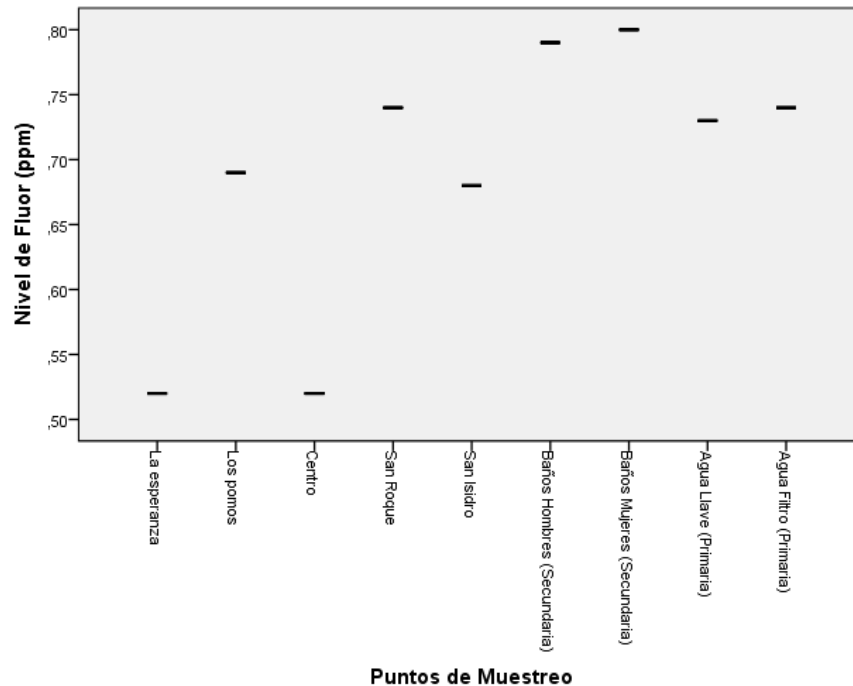


Ilustración 17. Niveles de Flúor (ppm) en los distintos puntos de agua tomados en el Corregimiento el Caguán- Neiva

Como se puede observar, se tomaron 5 puntos estratégicos del corregimiento el Caguán, 2 de la Institución Educativa el Caguan sede Primaria y 2 sede Secundaria, donde se puede corroborar que las concentraciones del ion Fluoruro (F^-) se encuentra dentro de los niveles aceptables que contempla la normatividad colombiana.

7.1.3. Toma de Muestras de Orina

Se analizaron los niveles de Flúor excretados en la orina de los estudiantes el cual arrojo medias o promedios generales por edad, además se tuvo en cuenta los valores unitarios de excreción por estudiante, como se puede observar en la Ilustración No.17.

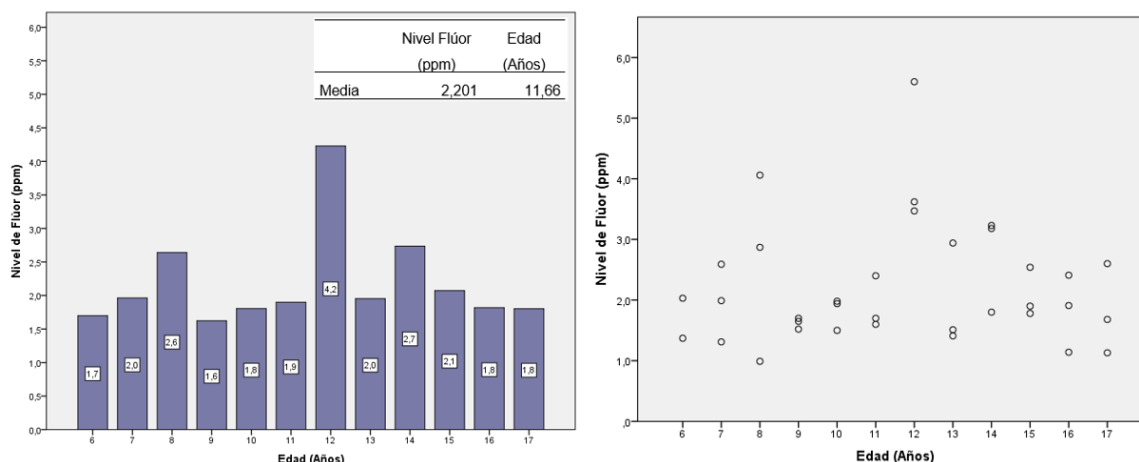


Ilustración 18. Promedio y valor unitario de Niveles de Flúor (ppm) con respecto a la edad (Años) en el Corregimiento el Caguan - Neiva.

Como se puede apreciar en la ilustración N° 17 las muestras de orina de los estudiantes presentaron un nivel mínimo de flúor de 1,0 ppm y un máximo de 5,6 ppm. Para los estudiantes en edad de 9 años se obtuvo una media de 1,6 ppm, 6 años con 1,7 ppm, 10, 16 y 17 años con 1,8 ppm, 11 años con 1,9 ppm, 7 años con 2,0 ppm, 15 años con 2,1 ppm, 8 años con 2,6 ppm, 14 años con 2,7 y finalmente el promedio más alto encontrado fue en la edad de 12 años con 4,6 ppm, obteniéndose así un promedio total de excreción de Flúor de 2,201ppm.

También se determinó el nivel de flúor excretado en orina por género, el cual el femenino obtuvo una media de $2,31 \pm 1,07$ ppm, con una media de error estándar de 0,26. En el género masculino se obtuvo una media de $2,09 \pm 0,86$ de desviación estándar, con una media de error estándar de 0,20, ver Tabla No. 4.

Tabla 4. Relación del Nivel de Flúor (ppm) en orina de los estudiantes por Sexo.

Estadísticas de grupo					
	Sexo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Nivel de flúor (ppm)	Femenino	17	2,3112	1,07747	0,26132
	Masculino	18	2,0978	0,86105	0,20295

Así mismo se determinó el percentil (Tabla No. 5), el cual permitió determinar el porcentaje que se encuentra la población respecto a los niveles de fluoruros presentados en los estudiantes teniendo en cuenta el promedio académico. Obteniendo una media de $2,20 \pm 0,96$ ppm, tanto para hombres y mujeres, encontrando que la muestra está dentro de los rangos 1 a 1,5 mg/L en un 25 % y un 75 % para niveles superiores de Flúor en orina.

Tabla 5. *Percentiles del Nivel de flúor y Promedio Académico.*

		Percentiles						
Promedio ponderado (Definición 1)	Nivel de flúor (ppm)	Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
		1,1020	1,2420	1,5200	1,9100	2,6000	3,5300	4,3680
	Promedio Académico	2,980	3,160	3,200	3,500	3,900	4,080	4,600
	Nivel de flúor (ppm)			1,5600	1,9100	2,5950		
	Promedio Académico			3,200	3,500	3,850		

7.1.4. Test de Lawson

El test se encontró en un rango máximo de preguntas correctas entre 0 a 4 pregunta, ver Tabla No. 6, de igual forma se puede apreciar el porcentaje de aciertos por género, dependiendo el número de aciertos contestados correctamente.

Tabla 6. *Porcentaje de respuestas Correctas del Test de Lawson según el Sexo.*

Tabla cruzada					Sexo de los estudiantes		Total
		Recuento	Femenino	Masculino			
		4 _a	4 _a	8			
Respuestas correctas Test de Lawson	0	% dentro de Respuestas correctas Test de Lawson	50,0%	50,0%			100,0%
		% del total	11,4%	11,4%			22,9%
		Recuento	8 _a	6 _a			14
	1	% dentro de Respuestas correctas Test de Lawson	57,1%	42,9%			100,0%
		% del total	22,9%	17,1%			40,0%
		Recuento	4 _a	5 _a			9
	2	% dentro de Respuestas correctas Test de Lawson	44,4%	55,6%			100,0%
		% del total	11,4%	14,3%			25,7%
		Recuento	1 _a	2 _a			3
	3	% dentro de Respuestas correctas Test de Lawson	33,3%	66,7%			100,0%
		% del total	2,9%	5,7%			8,6%
		Recuento	0 _a	1 _a			1
	4	% dentro de Respuestas correctas Test de Lawson	0,0%	100,0%			100,0%
		% del total	0,0%	2,9%			2,9%
		Recuento	17	18			35
Total		% dentro de Respuestas correctas Test de Lawson	48,6%	51,4%			100,0%
		% del total	48,6%	51,4%			100,0%

En la tabla se aprecia que tanto para el sexo masculino como para el femenino, el porcentaje es igual, para 0 respuestas correctas, donde cada uno cuenta con 4 estudiantes que equivale al 11,4%, en cambio para 1 respuesta correcta en el sexo femenino obtuvo mayores resultados que el género masculino con 8 estudiantes y un porcentaje de 22,9% y 6 estudiantes con un porcentaje de 17,1%, con 2 respuestas correctas el sexo femenino contó con 4 estudiantes y un porcentaje de 11,4%, en cambio para el sexo masculino contó con 5 estudiantes y un 14,3%, 3 respuestas correctas el sexo femenino, con 1 estudiante que equivale a 2,9% y para el sexo masculino 2 estudiantes que equivale a un 5,7% y finalmente con 4 respuestas correctas 1 solo estudiante del sexo masculino que equivale a un 2,9%

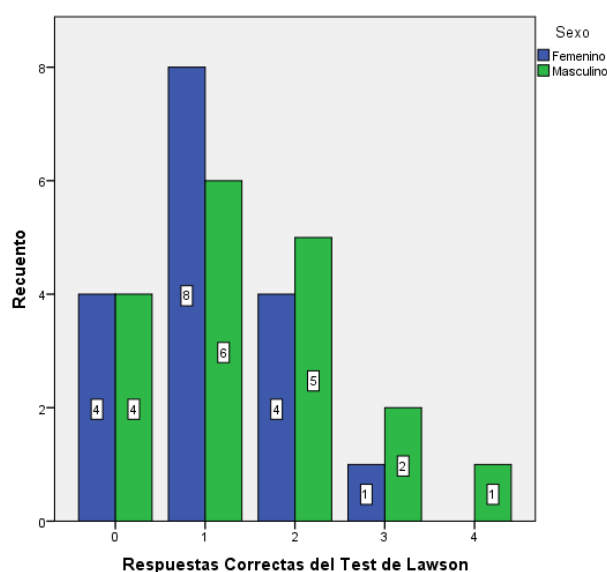


Ilustración 19. *Respuestas Correctas del test de Lawson Según el Sexo.*

Debido a que los estudiantes no lograron obtener puntajes mayores a 4 puntos se procedió a analizar el valor de aciertos por ítem (se debe tener en cuenta que cada pareja de preguntas corresponde a un ítem), lo que nos permitirá analizar el nivel de dificultad de cada ítem, como se muestra en la Tabla No.7.

Tabla 7. *Frecuencias de aciertos por pregunta (ítems).*

Preguntas (ítem)	Frecuencia
1	13
2	10
3	1
4	1
5	1
6	0
7	3
8	2
9	1
10	7
11	2
12	1

También se quiso analizar la mediana general y por aciertos de edades obteniendo así los resultados mostrados en la Ilustración No. 20.

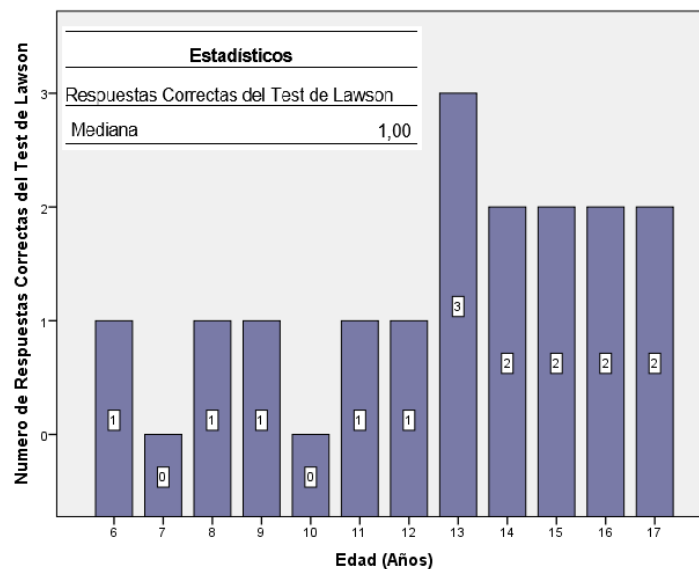


Ilustración 20. *Frecuencia de aciertos por preguntas (ítems).*

7.1.5. Promedio Académico

De igual manera se tuvo en cuenta el promedio general de notas obtenidos por el estudiante durante los 3 primeros periodos escolares del año 2018 como se muestra en la Ilustración No.21.

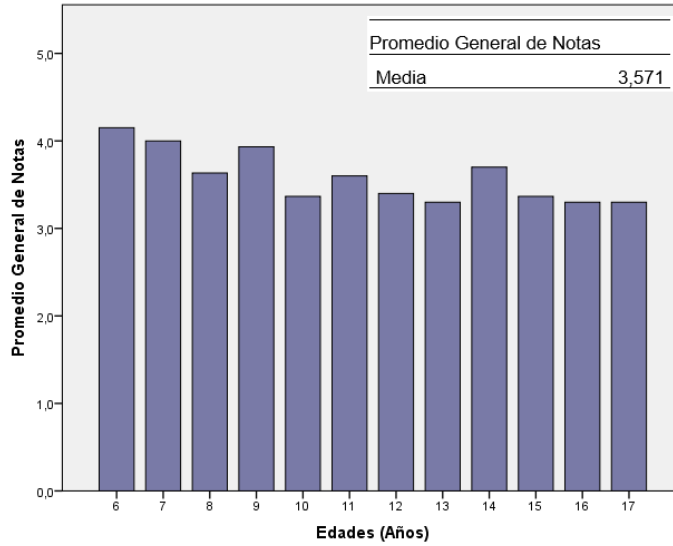


Ilustración 21. *Relación entre la edad (Años) de los estudiantes y el Promedio General de Notas.*

Los resultados arrojados mostraron que la media o promedio de las notas de los estudiantes se encuentra en 3,5. Lo que se ajusta en un nivel de desempeño básico en los estudiantes de la Institución educativa el Caguán. Así mismo se tuvo en cuenta la relación del promedio académico con todas las variables definidas, para ello se estableció una correlación de Pearson el cual arrojó el índice de R y Rho y su significancia (Sig) ver Tabla No.8.

H_0 = Hipótesis Nula

H_1 = Hipótesis Alterna

Sig > 0,050 se acepta la Hipotesis nula (H_0)

Sig < 0,050 Se acepta la Hipotesis alterna (H)

Tabla 8. *Correlación del Promedio Académico con las variables establecidas.*

		Correlaciones							
		Promedio Académico	Nivel de flúor (ppm)	Edad (años)	pH de la orina	Nivel de desempeño Académico	Respuestas correctas Test de Lawson	Nota del Área de Ciencias Naturales	Nota Área de Matemáticas
Correlación de Pearson	Promedio académico	1,000	-0,031	-0,522	-0,125	0,940	-0,167	0,816	-0,006
Sig. (unilateral)	Promedio académico		0,430	0,001	0,238	0,000	0,169	0,000	0,487
N		35	35	35	35	35	35	35	35

El analisis de correlacion de pearson para el Promedio Academico General respecto a todas las variables mostro que se establece una correlacion con la edad indicando que el **Sig < 0,050** con un p-valor de 0,001 , ademas el coeficiente de correlacion fue de -0,52 lo que indica que la relacion moderada inversamente, asi mismo con Nivel de Desempeño Academico indicando que el **Sig < 0,050** con un p-valor de 0,000 , ademas el coeficiente de correlacion fue de 0,94 lo que indica que la relacion directa fue muy buena, finalmente mostro correlacion con las Notas en el Area de Ciencias Naturales indicando que el **Sig < 0,050** con un p-valor de 0,000 , ademas el coeficiente de correlacion fue de 0,81 lo que indica una relacion directa fue muy buena.

Así mismo se agruparon por género mostrando el porcentaje de nivel de desempeño académico en el que se encuentran hombres y mujeres, ver Tabla No. 9.

Tabla 9. Recuento de los niveles de Desempeño Académico por Sexo.

Tabla cruzada					
Nivel de Desempeño Académico	Bajo	Recuento % dentro de Nivel de desempeño académico % del total	Género de los estudiantes		Total
			Femenino	Masculino	
			9 _a	6 _a	
	Básico	Recuento % dentro de Nivel de desempeño académico % del total	60,0%	40,0%	100,0%
			25,7%	17,1%	42,9%
			5 _a	6 _a	11
	Alto	Recuento % dentro de Nivel de desempeño académico % del total	45,5%	54,5%	100,0%
			14,3%	17,1%	31,4%
			2 _a	5 _a	7
	Superior	Recuento % dentro de Nivel de desempeño académico % del total	28,6%	71,4%	100,0%
			5,7%	14,3%	20,0%
			1 _a	1 _a	2
Total		Recuento % dentro de Nivel de desempeño académico % del total	50,0%	50,0%	100,0%
			2,9%	2,9%	5,7%
			17	18	35
		Recuento % dentro de Nivel de desempeño académico % del total	48,6%	51,4%	100,0%
			48,6%	51,4%	100,0%

Se observa que las mujeres se encuentran en un nivel de desempeño bajo con un 25,7% y hombres con 17,1%, en básico mujeres con 14,3% y hombres con 17,1%, en alto mujeres con 5,7% y hombres 14,3% y finalmente superior tanto hombres como mujeres en un 2,9%, ver Ilustración No. 22.

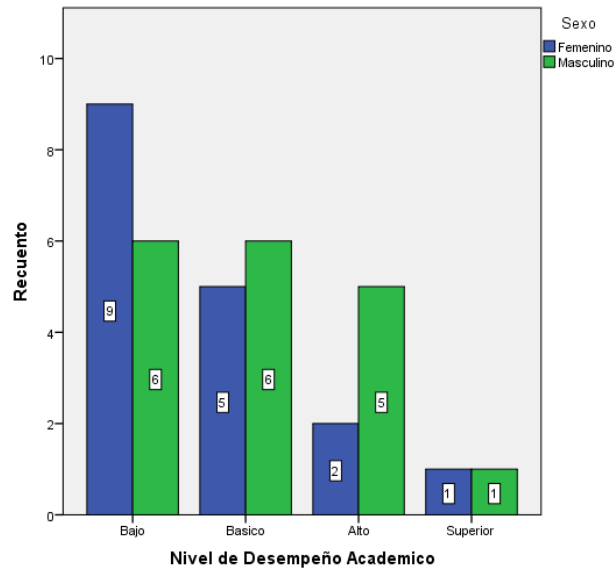


Ilustración 22. *Recuento del Nivel de Desempeño Académico según el sexo.*

Así mismo se muestra El nivel de Desempeño por edades que obtuvieron los estudiantes donde se obtuvo un valor de 2 para la mediana como se observa en la Ilustración No. 23.

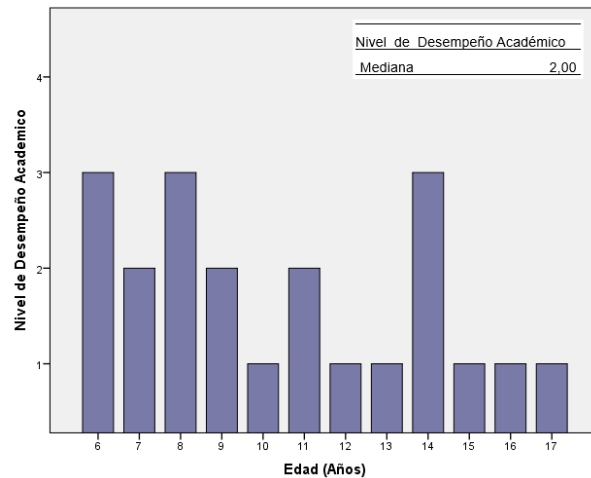


Ilustración 22. *Relación entre la Edad (Años) y el Nivel de Desempeño Académico.*

7.2.Grupo Experimental (Juncal)

Como se planteó en la metodología, el grupo experimental está conformada por una muestra de 54 estudiantes que fueron seleccionados teniendo en cuenta el sexo y la edad en los diferentes grados de la Institución Educativa el Juncal, elegidos de manera aleatoria con los requerimientos de la investigación, por voluntad propia y permiso de sus padres.

El rango de edad que conforma el grupo experimental (Juncal) se muestra a continuación.

Tabla 10. *Relación entre la Edad (Años) y la Frecuencia en Participación de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

Estadísticos	
Edad	Frecuencia
6	4
7	5
8	5
9	5
10	5
11	5
12	5
13	5
14	5
15	4
16	3
17	3
Total	54

Como se puede apreciar en la Tabla No. 10, la mayor participación se encuentra en las edades de 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 años con 5 estudiantes en cada una de las edades para un total 40, en el caso de 6 y 15 años la participación solo fue de 8 estudiantes para las dos edades y finalmente las edades de menor participación fueron de 16 y 17 años con tan solo 6 estudiantes en total. Obteniendo una muestra de total de 54 participantes.

7.2.1. Encuesta.

Edad y Sexo

En la tabla No. 11 e ilustración No. 24, se muestran los resultados obtenidos en la categorización de edades y el sexo de los estudiantes

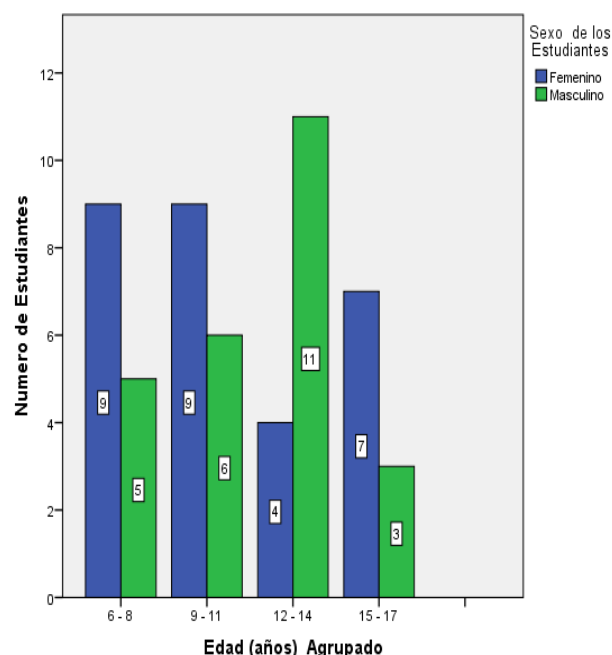


Ilustración 23. *Relación entre la Edad, Sexo y el Número de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal)*

Tabla 11. *Relación entre la Edad y Sexo (Porcentaje) de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

Tabla cruzada			
Edad Agrupada (Años) y el Sexo.			
		Género de los estudiantes	
		Femenino	Masculino
Edad (Años) Agrupada	6 - 8	64,3%	35,7%
	9 - 11	60,0%	40,0%
	12 - 14	26,7%	73,3%
	15 - 17	70,0%	30,0%
Total		53,7%	46,3%

En la tabla e ilustración anterior, se observa que el rango de edad de 6 a 8 años tiene una participación del 64,3 % en mujeres (nueves estudiantes) y del sexo masculino una participación de 35,7% (cinco estudiantes), en el rango de 9 a 11 años contó con el 60% en mujeres (nueve estudiantes) y en hombres un 40% (seis estudiantes), el rango de edad de 12 a 14 años con un 26% de mujeres (cuatro estudiantes) y un 73,3% de hombres (once estudiantes) y el rango de edad de 15 a 17 años con el 70% de mujeres (7 estudiantes) y un 30% de hombres (tres estudiantes). Demostrando una mayor participación en el estudio de las mujeres en todos los rangos de edad

excepto en el rango de edad de 12 a 14 años que sobrepasó en 7 estudiantes hombres a las mujeres del grupo experimental (Juncal).

A través de una encuesta se corroboró que los estudiantes cumplieran cada uno de los parámetros de participación, para ello se inició con un análisis descriptivo sobre las 10 preguntas que conformaba la encuesta.

En la Ilustración No. 25, se muestran los resultados obtenidos en la pregunta número uno, en cuanto al tiempo de residencia del estudiante y su familia en la Vereda el Juncal, Palermo-Huila, siendo indispensable para el estudio que los estudiantes tuvieran un mínimo de residencia de 5 años.

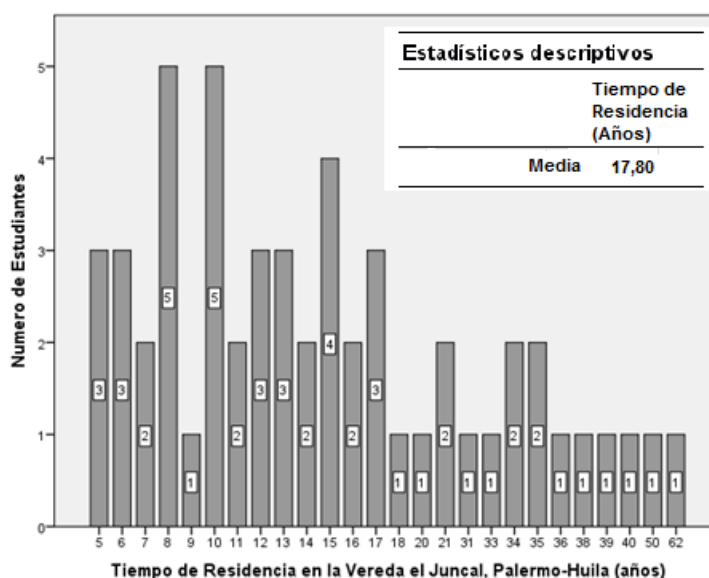


Ilustración 24. *Relación entre el Tiempo de Residencia y el Número de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

Como se puede apreciar (ver Ilustración No. 24), los años de residencia de los estudiantes y sus familias, se encuentran distribuidos en el rango de 5 a 62 años, siendo de 8 y 10 años el de mayor frecuencia (cinco estudiantes), seguido por la edad de 15 años con una frecuencia de cuatro estudiantes, las edades de 5, 6, 12, 13 y 17 años de residencia presentan una frecuencia de tres estudiantes, los años de 7, 21, 34 y 35 presentaron frecuencias de dos estudiantes y finalmente los años de 9, 18, 20, 31, 33, 36, 38, 39, 40, 50 y 62 presentaron frecuencias de un solo estudiante, obteniendo un promedio general de residencia para los 54 estudiantes de 17 años y 7 meses.

La pregunta número dos, ocho, nueve y diez eran fundamentales para el cumplimiento de los parámetros de participación del estudio, por ende, todos los encuestados tenía que afirmar un

consumo positivo del agua del acueducto, no presentar ningún tipo de limitación cognitiva o de aprendizaje y problemas en los riñones u antecedente de traumatismo craneano, enfermedad neurológica e hipoxia perinatal.

En búsqueda de saber si los padres de familia conocen los niveles de flúor que contiene el agua que están consumiendo en sus hogares se muestran los resultados obtenidos en la pregunta número tres a continuación,



Ilustración 25. *Relación del Conocimiento del Nivel del ion fluoruro en agua de consumo en los hogares y el porcentaje de padres encuestados de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

Se observó (ver Ilustración No.26) un porcentaje del 98,15%, de desconocimiento total por parte de los padres de familia acerca de los niveles de ion fluoruro en el agua de consumo en sus hogares surtidas por el acueducto municipal, contra un 1,58 % que si lo conocen.

Para la pregunta número cuatro, en la cual se quiso indagar sobre los tratamientos que podrían darle al agua de consumo los padres de familia encuestados (ver Ilustración No. 27).



Ilustración 26. *Relación del tratamiento al agua de consumo en los hogares y porcentajes de padres encuestados de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

La ilustración muestra un porcentaje del 95,80% de los padres de familia, no realizan ningún tratamiento al agua que consumen en sus hogares y tan solo un 4,20% dice hervir el agua que van a consumir. Observándose así, que no se hace ningún tratamiento efectivo para minimizar los niveles de flúor en el agua de consumo en los hogares del grupo experimental (Juncal)

Para la pregunta número cinco y seis mostrada en la ilustración No. 28 y 29, se indago acerca del consumo de agua de los estudiantes en la Intuición Educativa.

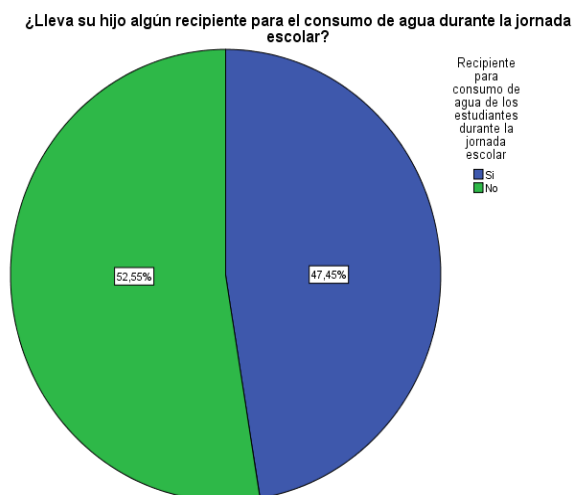


Ilustración 27. *Conocimiento de los padres de familia frente al recipiente de consumo de agua de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

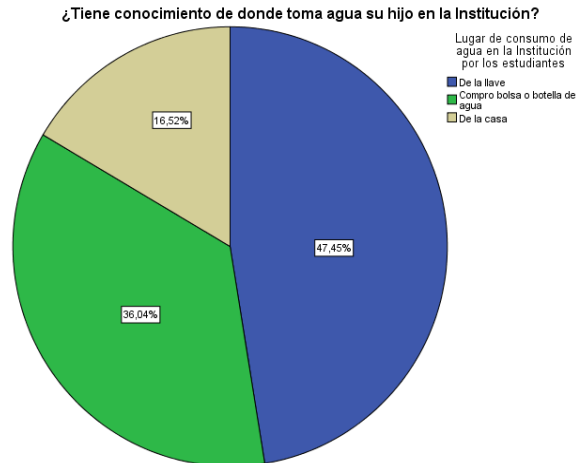


Ilustración 28. Conocimiento de padres de familia sobre el lugar de consumo de agua del estudiante dentro de la Institución Educativa el Juncal.

Como resultados podemos Observar en la ilustración No.28 y 29, el 52,5% de los estudiantes no lleva ningún recipiente para el consumo de agua y un 47,4% de los estudiantes lleva un recipiente para el consumo de agua durante la jornada escolar, adicionalmente en la ilustración No. 28 se observa un 47,45% de los estudiantes que regularmente toman agua de la llave, un 36,04% la compra y tan solo un 16,52% trae de sus casas.

En la pregunta siete se analizaron la presencia y no presencia de fluorosis dental en los estudiantes de dicha vereda mostrados en la ilustración No. 30.

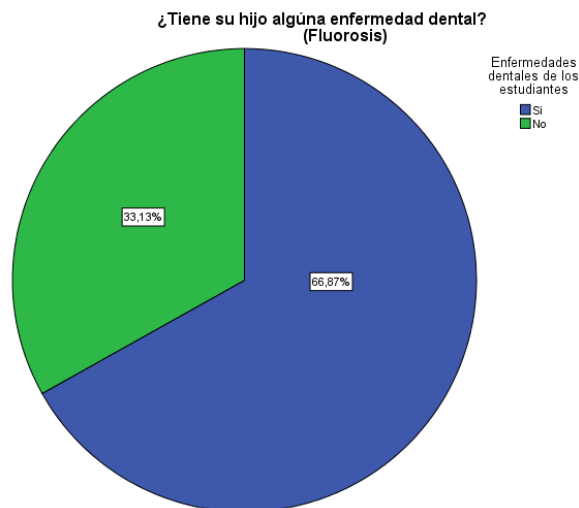


Ilustración 29. Relación entre el porcentaje de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal) y la fluorosis dental.

En la ilustración se observa una clara prevalencia de fluorosis dental del 66,87% y una ausencia de la misma en un porcentaje de 33,13%, demostrando que más de la mitad de los encuestados están afectados por la enfermedad dental (fluorosis).

7.2.2. Toma de muestra de orina

En este apartado se presentan los resultados del análisis con ion selectivo de una muestra puntal de orina de los estudiantes de la Institución Educativa el Juncal (grupo experimental).

La siguiente tabla se presentan los resultados descriptivos del grupo experimental acerca del nivel de ion fluoruro encontrados en orina.

Tabla 12. *Análisis descriptivos de fluoruros del grupo experimental (Juncal).*

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
Nivel de flúor en la orina	54	0,83 ppm	7,90 ppm	3,4922 ppm	0,22719	1,66953 ppm

Como se puede contemplar en la Tabla No. 12, los 54 estudiantes del grupo experimental obtuvieron un nivel de ion fluoruro mínimo de 0,83 ppm y un nivel máximo de 7,90 ppm, además se encontró que el promedio del nivel de flúor fue de **3,49 ± 1,67** ppm para el grupo experimental (Juncal).

En la ilustración No. 31, se analizan los niveles de flúor excretados en la orina por los 54 estudiantes por rangos de edad, observando sus medias o promedios, además de tener en cuenta los valores unitarios de excreción por los estudiantes de la Institución Educativa el Juncal.

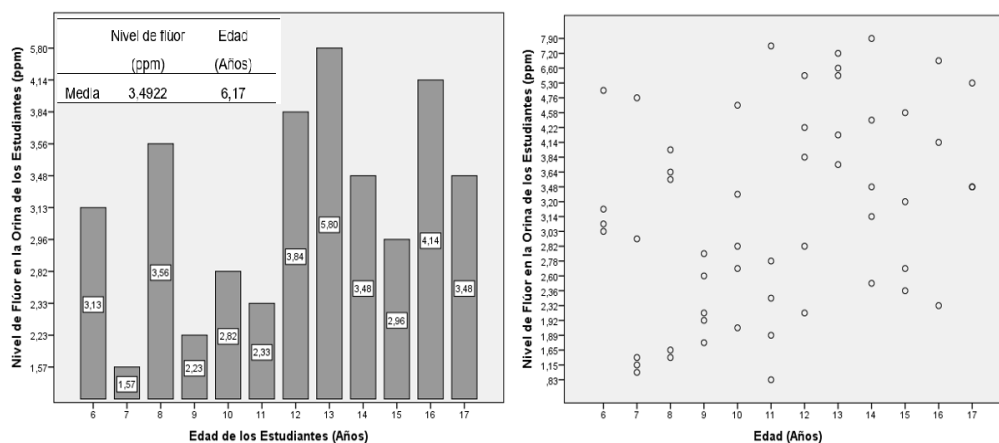


Ilustración 30. *Promedios y valor unitario de los Niveles de flúor en orina del grupo experimental por Edad.*

Se puede apreciar que las máximas medias en nivel de ion fluoruro corresponden a las edades de 13, 16, 12 y 8 años con medias de 5,80 ppm, 4,14 ppm, 3,84 ppm y 3,56 ppm, seguido de las edades de las edades de 17, 14, 6 años, con medias de 3,48 ppm, 3,13 ppm y las edades con menores medias en niveles de ion fluoruro fueron las de 15, 10, 11, 9 y 7 años con medias desde los 1,57 ppm hasta los 2,96 ppm. Sin embargo, las edades con puntos máximos de niveles de ion fluoruro fueron de 14, 11, 13 y 16 años con 7,90, 7,60, 7,20 y 7,10 ppm y las tres edades con niveles mínimos de ion fluoruro fueron 9, 8, 15 años con 2,79, 3,93 y 4,58 ppm.

7.2.2.1. Correlación entre la edad y los niveles de fluoruros.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de correlación de Pearson para los niveles de ion fluoruro y la edad de los estudiantes.

Tabla 13. *Correlación de Pearson para las variables Nivel de Flúor y Edad del grupo experimental*

Correlaciones			
		Edad	Nivel de flúor
Edad de los estudiantes	Correlación de Pearson	1	0,336
	Sig. (bilateral)		0,006
	N	54	54
Nivel de flúor	Correlación de Pearson	0,336	1
	Sig. (bilateral)	0,006	
	N	54	54

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De acuerdo con la prueba correlacional de Pearson (ver Tabla No.13) se observa que el P-valor fue de 0,006 <0,05 y podemos rechazar la hipótesis nula aceptando que hay una relación lineal entre la variable Nivel de flúor y edad de los estudiantes

Sin embargo, el coeficiente de correlación de Pearson fue de 0,336 Indicando que es una correlación baja positiva entre estas dos variables relacionadas, donde, a mayor edad mayor será la excreción de flúor.

Relación del sexo y la excreción de orina en la Vereda el Juncal del Municipio de Palermo-Huila (grupo experimental)

De igual manera, se analizó el sexo y la excreción de flúor en orina de los estudiantes mostrando los resultados descriptos en la siguiente tabla.

Tabla 14. *Resultados descriptivos de los niveles de fluoruros excretados en la orina de los estudiantes del grupo experimental (Juncal) en relación al Sexo.*

Estadísticas de grupo					
	Género		Media (ppm)	Desviación estándar (ppm)	Media de error estándar
Nivel de flúor (ppm)	Femenino	29	3,1324	1,52132	0,28250
	Masculino	25	3,9096	1,76559	0,35312

En la Tabla No.14 se observa que el grupo experimental cuenta con total de 29 femeninas, con una media de **3,13 ± 1,52** ppm y un error estándar de 0,28, en cambio el género masculino que contaba con tan solo 25 estudiantes, obtuvo una media de **3,91 ± 1,77** ppm y un error estándar de 0,28, reflejando un promedio superior de 0,8 puntos en niveles de ion fluoruros en hombres que para las mujeres.

Al realizar un análisis estadístico correlacional de los niveles de ion fluoruro encontrados en la orina de los estudiantes con las diferentes variables estudiadas se encontró una correlación significativa entre la variable promedio académico.

En la tabla No. 15 se muestra los resultados de la correlación de Pearson para las variables nivel de flúor en orina y promedio académico de estudiantes del grupo experimental.

Tabla 15. *Correlación de Pearson para la Variable Nivel de Flúor y Promedio Académico de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

Correlaciones			
		Promedio académico	Nivel de flúor (ppm)
Correlación de Pearson	Promedio académico	1,000	-0,438
	Nivel de flúor (ppm)	-0,438	1,000
Sig. (unilateral)	Promedio académico		0,001
	Nivel de flúor (ppm)	0,001	

Las siguientes hipótesis son planteadas para el análisis de la correlación de Pearson para los viables niveles de flúor y promedio académico

$$H_0 = \text{Sig} > 0,050$$

$$H_1 = \text{Sig} < 0,050$$

H_0 = No existe una correlación lineal entre la variable Nivel de flúor y promedio académico.

H_1 = Existe una correlación lineal entre la variable Nivel de flúor y promedio académico.

De acuerdo con la prueba correlacional de Pearson (ver Tabla No. 15), se observa un nivel de P-Valor significativo de $0,001 < 0,050$, donde, podemos rechazar la hipótesis nula aceptando la hipótesis alternativa, y decir que hay una relación lineal entre la variable Nivel de flúor y promedio académico.

Además, el coeficiente de correlación de Pearson fue de -0,438 Indicando que es una correlación moderada negativa, dicho de otra manera, hay relación inversamente proporcional entre las variables, a mayores niveles de fluoruros menor promedio académico de los estudiantes del grupo experimental.

Mediante un modelo matemático se quiere buscar una relación entre estas dos variables cuantitativas, estudiando si los valores de la variable, nivel de flúor puede predecir el comportamiento de la variable rendimiento académico, como se muestra a continuación.

Por medio de la siguiente se tabla se presentan los resultados del resumen del modelo de regresión para las variables ya mencionadas.

Tabla 16. *Resumen del modelo de regresión lineal de las variables promedio académico y el nivel de flúor del grupo experimental.*

Resumen del modelo ^b									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			
						Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
	1,438 ^a	0,192	0,176	0,4231	,192	12,326	1	52	0,001

a. Predictores: (Constante), Nivel de flúor en la orina de los estudiantes.

b. Variable dependiente: Promedio académico

Mediante una regresión lineal simple del resumen del modelo (ver Tabla No. 16), mostro que el valor de R^2 de 0,192 es la proporción de datos que pueden predecir el promedio académico

en función del nivel de flúor en la orina de los estudiantes, en otras palabras, el promedio académico se puede medir en función del flúor en un porcentaje de 19,2 %.

No obstante, se quiere saber si estas dos variables se pueden predecir (construcción de modelo de regresión), para ello se analiza estadísticamente mediante el Anova (ver Tabla No. 17).

Tabla 17. *Anova para la Construcción del modelo de regresión lineal para las variables promedio académico y nivel de flúor de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2,206	1	2,206	12,326	,001 ^b
	Residuo	9,308	52	,179		
	Total	11,515	53			

a. Variable dependiente: Promedio académico General de notas

b. Predictores: (Constante), Nivel de flúor (ppm) en la orina de los estudiantes

Mediante el análisis estadístico Anova, se alcanzó un P-valor de 0,001 < 0,05, podemos afirmar que si es posible construir un modelo de regresión lineal con la variable rendimiento académico y niveles de ion fluoruro.

Al constatar que se podía construir un modelo de regresión por medio del Anova, se procede a realizar el análisis de dicho modelo (ver Tabla No. 18).

Tabla 18. *Coefficiente de correlación de la regresión lineal para las variables promedio académico y nivel de flúor de Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

Coeficientes ^a							
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	4,123	0,135	30,651	0,001	3,853	4,393
	Nivel de flúor (ppm)	0,122	0,035	-0,438	3,511	0,001	-0,192

Variable dependiente: Promedio académico General de notas

Podemos observar que el valor de la constante de estudio fue de 4,12 y el valor del coeficiente de -0,12, planteándolo de manera matemática queda de la siguiente manera $Y = 4,12 - 0,12X$, lo anterior quiere decir que el promedio académico de los estudiantes del grupo experimental es igual a 4,12 menos 0,12 veces el nivel de flúor excretado por la orina del grupo experimental, además, se aprecia que el P-valor fue de 0,001 < 0,05 para la constante y de

0,001<0,05 para el coeficiente de la prueba de T Student, siendo valores significativos, dicho de otra manera, hay una relación entre la constante y el coeficiente para los niveles de ion fluoruro.

En la Ilustración No. 32, se puede apreciar de manera puntual los resultados obtenidos en la Tabla No. 17 y 18, resumiendo la regresión lineal simple en un diagrama de dispersión con su respectiva ecuación y pendiente.

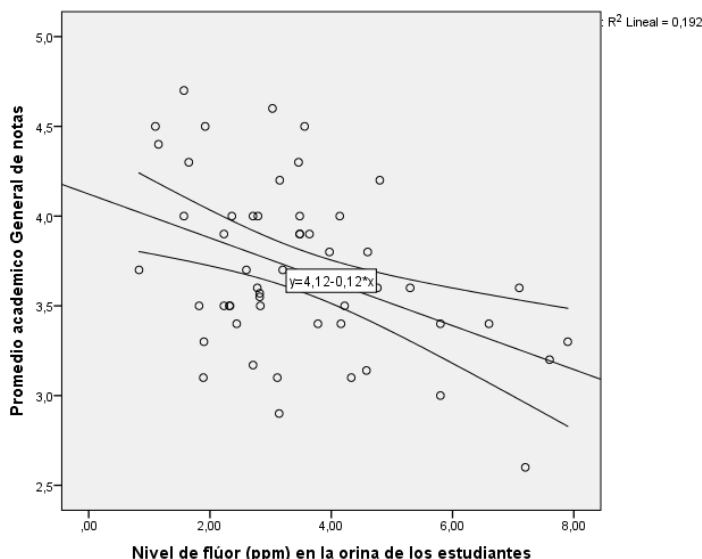


Ilustración 31. *Regresión Lineal del Nivel de Flúor (ppm) en Orina Respecto al Promedio Académico de los Estudiantes del Grupo Experimental (Juncal).*

Al analizar la ilustración, podemos detectar un patrón de variación negativa (descendente), por consiguiente, es una relación lineal negativa, donde esta relación se define matemáticamente con la siguiente ecuación, $Y = 4,12 - 0,12X$ resumiendo el comportamiento de todos los puntos. También se puede ver la relación inversa proporcional entre estas dos variables confirmado con el coeficiente de Pearson mostrado anteriormente.

7.2.3. Test de Lawson desarrollo cognitivo

Para el análisis de los resultados del Test de Lawson se debe tener en cuenta que el total de la muestra del grupo experimental se encontraba en el estadio de operaciones Concreto.

En la siguiente tabla se muestran los resultados descriptivos del grupo experimental en base a las respuestas correctas obtenidas por los estudiantes en el Test de Lawson.

Tabla 19. *Resultado descriptivo en relación a las respuestas correctas obtenidas por los estudiantes del grupo experimental.*

Estadísticos descriptivos						
respuestas	N	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar
correctas Test de Lawson	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
	54	1	4	2,00	0,145	1,064
N válido (por lista)	54					

Como se puede apreciar en la Tabla No. 19, los estudiantes no lograron obtener puntajes mayores a 4 parejas de respuestas correctas, con una media de **2,0 $\pm$ 1,06** puntos y un error estándar de 0,145, para el grupo experimental.

A razón de los resultados obtenidos en el Test de Lawson se procede a analizar la frecuencia en respuestas correctas de los estudiantes como se muestra en la Tabla No. 20.

Tabla 20. *Relación del número de respuestas correctas obtenidas por los estudiantes del grupo experimental*

Respuestas correctas Test de Lawson			
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	0	21	38,9
	1	19	35,2
	2	9	16,7
	3	3	5,6
	4	2	3,7
Total		54	100,0

Observando así, que cero respuestas correctas tienen una frecuencia de 21 estudiantes y un porcentaje de 38,9, para una respuesta correcta 19 estudiantes con un 35,2%, para dos respuestas correctas, 9 estudiantes, que equivale a un 16,7%, para tres respuestas correctas, 3 estudiantes con un 5,6% y finalmente solo dos estudiantes lograron la máxima calificación para el estadio de las operaciones concretas de 4 respuestas correctas con un porcentaje de 3,7%.

De igual manera, se procedió a analizar el valor de aciertos por ítem (se debe tenerse en cuenta que cada pareja de preguntas corresponde a un ítem), lo que nos permitirá analizar el nivel de dificultado de cada ítem, como se muestra en la Tabla No. 21.

Tabla 21. *Relación entre el número de ítems de la prueba del Test de Lawson y la frecuencia de estudiantes del grupo experimental que respondieron correctamente.*

Preguntas (ítem)	Frecuencia
1	21
2	6
3	2
4	1
5	2
6	1
7	4
8	0
9	3
10	7
11	2
12	5

Se puede ver el grado de dificultad de cada uno de los ítems, donde, el menor dificultad para los estudiantes del grupo experimental fue el ítem número uno con 21 estudiantes, el ítem diez con 7 estudiantes, el ítem dos con 6 estudiantes, con un nivel medio de dificultad se encuentran los ítem doce, siete, y nueve con 5, 4 y 3 estudiantes y en un nivel alto de dificultad los ítem con frecuencias de 2 a 0 tales como tres, cuatro, cinco, seis, ocho y once.

La ilustración No. 33, se muestra las frecuencias de respuestas correctas obtenidas por los estudiantes en relación a las edades del grupo experimental y en relación al sexo (Ver Ilustración 33).

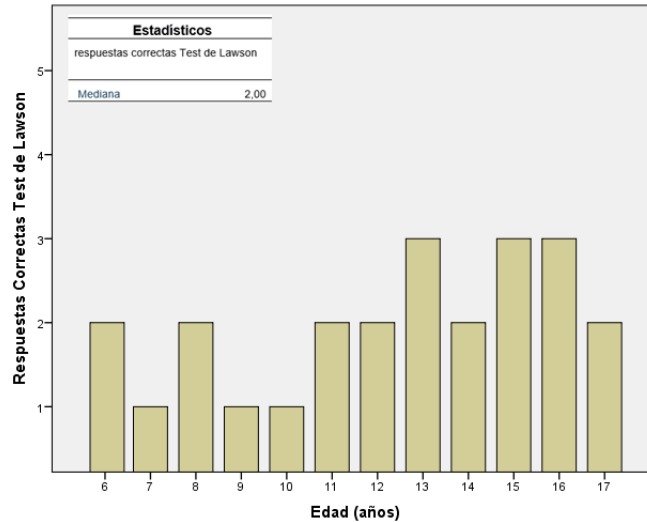


Ilustración 32. *Relación entre el número de respuestas y la edad del grupo experimental.*

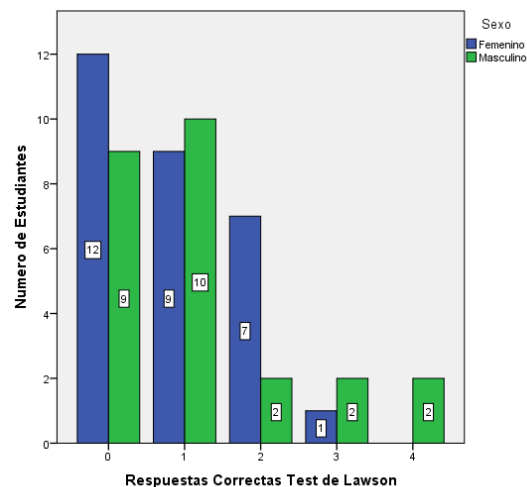


Ilustración 33. *Relación entre el número de estudiantes del grupo experimental por sexo y respuestas correctas del Test de Lawson*

A nivel de medias se puede observar en la Ilustración No. 34, la edad con mejores respuestas obtenidas en el Test de Lawson son las de 13, 15, 16 años, con una media de 3 respuestas y las edades de 6, 8, 11, 12, 14 y 17 años, con media de 2 respuestas correctas y las edades con más bajos media en respuestas del Test de Lawson son las de 7, 9 y 10 años con 1 respuesta correcta.

7.2.3.1. **Correlación Edad y Respuestas correctas del Test de Lawson.**

La Tabla No. 22, expone los resultados obtenidos de la correlación de Pearson para las variables edad y respuestas correctas en el Test de Lawson.

Tabla 22. *Correlación de Pearson para las Variables Edad y Respuestas Correctas del Test de Lawson de los estudiantes del grupo experimental.*

Correlaciones			
		Promedio académico	Nivel de flúor (ppm)
Correlación de Pearson	Respuestas correctas Test de Lawson	1,000	0,348
	Edad (Años)	0,348	1,000
Sig. (unilateral)	Respuestas correctas Test de Lawson		0,005
	Edad (Años)	0,005	

La correlación de Pearson nos muestra que el valor de significancia fue de $0,005 < 0,05$, afirmando que hay una relación lineal entre la edad y el número de respuestas correctas del Test de Lawson, sin embargo, el coeficiente de correlación de 0,348 nos indica una baja correlación positiva, que precisa que mayor edad aumenta el número de respuestas correctas.

7.2.3.2. Relación Sexo y respuestas correctas del Test de Lawson

Para la relación entre el sexo y las respuestas correctas del Test de Lawson se escogió la prueba T Student para muestras independiente como se

Muestra en la Tabla No. 23.

Tabla 23. *Prueba de T Student para muestras independientes de las variables Sexo y Respuestas Correctas del Test de Lawson de los estudiantes del grupo experimental.*

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar		Inferior	Superior
Respuestas Correctas del Test de Lawson	Se asumen varianzas iguales	0,781	0,381	0,767	52	0,447	-0,223	0,292		-0,808	0,362
	No se asumen varianzas iguales			-0,749	43,230	0,458	-0,223	,298		-0,825	0,378

Con la realización de la prueba estadística T Student, se afirma que no existe diferencias significativas entre el sexo y las respuestas correctas del Test de Lawson, donde el P-Valor es de $0,45 > 0,05$ con varianzas iguales de $0,38 > 0,05$, con ello se concluye que no hay relación entre el sexo masculino o femenino y el número de respuestas que pueden obtener en el Test de Lawson.

No se encontró correlación entre otras variables y el número de respuestas obtenidas en el Test de Lawson, excepto una correlación moderada entre dicha variable y el peso de los estudiantes con un P-Valor de $0,000 < 0,05$ y un coeficiente de correlación de 0,488.

7.2.3.3. *Correlación entre respuestas correctas en el Test de Lawson y los niveles de fluoruros.*

Nuestra hipótesis principal de estudio fue relacionar el desarrollo cognitivo a nivel educativo por medio del Test de Lawson y los niveles de ion fluoruro excretados por la orina, esta relación no se pudo concretar, ya que los estudiantes solo se encontraron en un nivel de desarrollo cognitivo concreto, por ello se buscó relacionar el número de respuestas correctas obtenidos por los estudiantes como se muestra en la Tabla No. 24.

Tabla 24. *Correlación de Pearson para las variables Niveles de flúor y número de respuestas correctas en el Test de Lawson de los estudiantes del grupo experimental..*

Correlaciones		Respuestas correctas	Nivel de flúor
		Test de Lawson	(ppm)
Respuestas correctas	Correlación de Pearson	1	0,034
Test de Lawson	Sig. (bilateral)		0,401
	N	54	54
Nivel de flúor	Correlación de Pearson	0,034	1
	Sig. (bilateral)	0,401	
	N	54	54

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De igual forma en la prueba de correlación de Pearson, encontramos que no hay diferencias significativas entre las variables nivel flúor y numero de respuestas correctas del Test de Lawson. Por ende, se afirma que no hay una correlación entre el nivel de razonamiento científico (Desarrollo cognitivo académico) y los niveles de fluoruros excretados por la orina del grupo experimental (Juncal).

Respuestas correctas del Test de Lawson y Nivel de desempeño académico.

En la Tabla No. 25 se muestran los niveles de desempeño académico en relación a los porcentajes de acierto en el Test de Lawson.

Tabla 25. *Resultados del cruzamiento de la variable Nivel de desempeño académico y numero de respuestas correctas del Test de Lawson de los estudiantes del grupo experimental.*

Tabla cruzada								
Nivel de desempeño académico	Bajo	Recuento	0	1	2	3	4	Total
			2	1	0	0	0	3
		% dentro del nivel de desempeño académico	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	100%
		%total	3,7%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%
	Básico	Recuento	12	14	6	1	1	34
		% dentro del nivel de desempeño académico	35,3%	41,2%	17,6%	2,9%	2,9%	100%
		%total	22,2%	25,9%	11,1%	1,9%	1,9%	63,0%
	Alto	Recuento	5	4	3	2	1	15
		% dentro del nivel de desempeño académico	33,3%	26,7%	20,0%	13,3%	6,7%	100%
		%total	9,3%	7,4%	5,6%	3,7%	1,9%	27,8%
	Superior	Recuento	2	0	0	0	0	2
		% dentro del nivel de desempeño académico	100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%
		%total	3,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%
Total		Recuento	21	19	9	3	2	54

% dentro del nivel de desempeño académico	38,9%	35,2%	16,7%	5,6%	3,7%	100%
%total	38,9%	35,2%	16,7%	5,6%	3,7%	100%

Como resultados relevantes podemos ver que en el nivel bajo de desempeño académico solo se encuentran 3 estudiantes, con cero (66,7) y una (33,3%) respuesta correcta en el Test de Lawson, en el nivel básico de desempeño académico, contó con cero (35,3), una (41,2%), dos (17,6), tres (2,9) y cuatro (2,9%) de respuestas correctas, el nivel de desempeño alto conto con 15 estudiantes con cero (33,3%), una (26,7%), dos (20,0%), tres (13,3) y cuatro (6,7%) respuestas correctas y por último el nivel de desempeño superior conto con tan solo 2 estudiantes que no respondieron correctamente ningún par de respuestas en el Test de Lawson. Esto nos muestra que en cada nivel de desempeño académico bajo, alto y superior el mayor porcentajes en aciertos del Test de Lawson se lo llevan los estudiantes que no lograron obtener ningún punto en la prueba, sin embargo el nivel de desempeño académico básico el porcentaje mayor fue el de los estudiantes con una respuesta correcta, además que solo en el nivel de desempeño básico y alto obtuvieron puntajes superiores a dos respuestas correctas contrario a los niveles de desempeño bajo y superior.

7.2.4. Promedio académico.

En este apartado se quiso estudiar las diferentes relaciones entre el promedio académico y las variables estudiadas en esta investigación ya que es esencial descartar cualquier factor que pueda llegar a afectar al estudiante en su desarrollo académico.

En la Tabla No. 26, se muestra los resultados descriptivos del promedio académico de los estudiantes en todas las áreas del conocimiento de la institución educativa el Juncal.

Tabla 26. *Análisis descriptivo del promedio académico del grupo experimental (Juncal)*

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
Promedio académico	54	2,6	4,7	3,696	0,0634	0,4661
N válido (por lista)	54					

Como se puede observar los promedios más bajos obtenidos por los estudiantes del grupo experimental son de 2,6 y los valores máximos fueron de 4,7 con una media de promedios académicos de $3,60 \pm 0,47$ con un error estándar de 0,063 para el total de la muestra los 54 estudiantes.

De igual forma se realizó un análisis por medio de la Ilustración No. 35, en donde se agrupan los promedios académicos en las edades como se muestra a continuación.

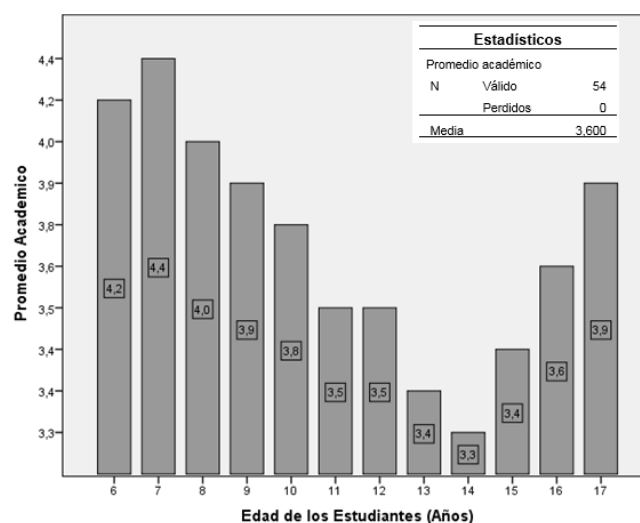


Ilustración 34. *Relación de la Edad (Años) de los estudiantes del grupo experimental y el promedio académico.*

En la ilustración, muestra que el mejor promedio fue el de la edad de 7 y 6 años con 4,4 y 4,2, y va disminuyendo progresivamente hasta los dos menores promedios académicos se encuentran en las edades de 14 y 13 años con 3,3 y 3,4, sin embargo, en las tres últimas edades de 15, 16 y 17 presenta un incremento del promedio de 3, 4, 3,6 y finalmente de 3,9.

7.2.4.1. Correlación de la Edad y Promedio académico.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de correlación de Pearson para las variables edad y promedio académico.

Tabla 27. *Correlación de Pearson para las variables Edad y promedio académico de los estudiantes del grupo experimental.*

		Correlaciones	
		Edad	Nivel de flúor
Edad	Correlación de Pearson	1	-0,445
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	54	54
Promedio académico	Correlación de Pearson	-0,445	1
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	54	54

***. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La correlación de Pearson (ver Tabla No. 27) nos muestra que el P-valor siendo de 0,000 <0,05 es significativo, aceptado la hipótesis alternativa, donde se expone que hay una relación lineal entre la variable edad y promedio académico y que además el coeficiente de correlación de Pearson fue de -0,445 Indicando una correlación moderada negativa, asumiendo que a mayor edad menor serán los promedios académicos en los estudiantes del grupo experimental

7.2.4.2. Sexo y Promedio académico

También se buscó analizar la influencia del género en promedio académico mostrando los siguientes resultados.

Tabla 28. *Resultados descriptivos del promedio académico de los estudiantes del grupo experimental (Juncal) en relación al sexo.*

Estadísticas de grupo					
	Genero	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Promedios académicos	Femenino	29	3,830	0,4382	0,0814
	Masculino	25	3,541	0,4571	0,0914

Como se aprecia en la Tabla No. 29, el grupo experimental cuenta con total de 29 mujeres, con una media de **3,830 ± 0,44** y un error estándar de 0,08, en contraste el género masculino que cuenta con tan solo 25 estudiantes, obtuvo una media de **3,541 ± 0,46** y un error estándar de 0,09, donde podemos precisar que en promedio las mujeres obtienen mejores notas en el conjunto de áreas dadas en la Institución que los hombres.

Para conocer con precisión si estas diferencias en medias son significativas se procede a realizar la prueba de T Student para muestras independientes (ver Tabla No. 29).

Tabla 29. *Prueba de T Student para muestras Independientes respecto al promedio académico de los estudiantes del grupo experimental.*

Prueba de Levene de igualdad de varianzas									
		prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior
Promedio académico	Se asumen varianzas iguales	0,007	0,934	2,370	52	0,022	0,2892	0,1220	0,0444 0,5340
	No se asumen varianzas iguales			2,363	50,125	0,022	0,2892	0,1224	0,0434 0,5350

Con la Prueba de la T Student para muestras independientes, se asume varianzas iguales de $0,934 > 0,05$ y un P-Valor de $0,022 < 0,05$, encontrando diferencias significativas entre la variable sexo y promedio académico, con promedios superiores en mujeres.

Promedio académico y promedio en ciencias y matemáticas.

Adicionalmente se tuvo en cuenta los promedios de ciencias y matemáticas ya que en estos se basa el Test de razonamiento científico o Test de Lawson para ubicar a los estudiantes en los diferentes estadios basados en Jean Piaget, buscado alguna correlación entre ellas (ver Tabla No. 30).

Tabla 30. *Correlación de Pearson para las variables promedio académico, promedio en Ciencias y Promedio en Matemáticas en los estudiantes del grupo experimental.*

		Correlación	
		Nota del Área de Ciencias Naturales	Nota del Área de Matemáticas
Correlación del Pearson	Promedio académico	0,106	0,849
Sig. (unilateral)		0,222	0,000

Se muestran los resultados obtenidos de la correlación de Pearson donde nos muestra que entre la variable promedio académico y promedio en ciencias no hay diferencias significativas siendo este valor de $0,22 > 0,05$, en cambio para la variable promedio en matemáticas si se encontró una correlación significativa de $0,000 < 0,05$ con un coeficiente de correlación de 0,885 indicándonos una correlación positiva muy alta entre estas variables, en pocas palabras a mayor promedio académico en todas las áreas vistas por el estudiante mayor será el promedio en matemáticas del estudiante.

Hay que resaltar además que dicha relación no se ve reflejada en el número de respuestas correctas del Test de Lawson donde los valores de significancia en las áreas de ciencias y matemáticas estuvieron por encima del P-Valor de 0,05, en cambio, para la variable nivel de flúor si se encontró una diferencia significativa entre estas dos áreas de conocimiento con P-Valores de $0,035 < 0,05$ en ciencias y $0,002 < 0,05$ en matemáticas, con un coeficiente de correlación de -0,248 para ciencias y de -0,394 para matemáticas, indicando una relación baja pero significativa entre estas tres variables.

7.2.5. Nivel de desempeño académico

En la Tabla No. 31 se muestran los resultados descriptivos del grupo experimental en relación al nivel de desempeño académico.

Tabla 31. *Porcentaje y Frecuencia del nivel de desempeño académico de los estudiantes del grupo experimental.*

		Nivel académico	
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Bajo	3	5,6
	Básico	34	63,0
	Alto	15	27,8
	Superior	2	3,7
	Total	54	100,0

Se aprecia que el nivel de desempeño con mayor porcentaje de estudiantes es el nivel básico con 34 estudiantes (63%), seguido del nivel alto con 15 estudiantes (27,8), el nivel bajo con 3 estudiantes (5,6%) y por último el nivel superior con 2 estudiantes (3,7). En síntesis, los niveles en que más se encuentran los estudiantes son el nivel básico y alto.

En la Ilustración No. 36, se muestra el análisis de los niveles de desempeño académico de los 54 estudiantes por rangos de edad.

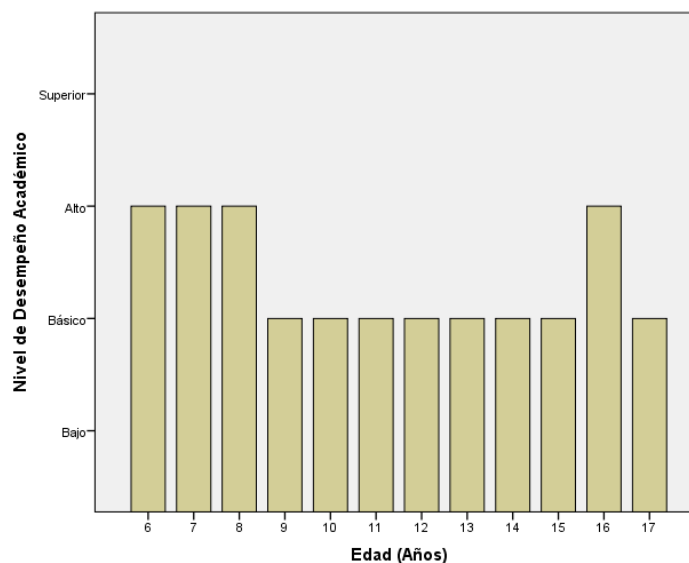


Ilustración 35. *Relación entre la Edad (Años) de los estudiantes del grupo experimental y el nivel de desempeño académico*

En la ilustración, se puede afirmar que las edades de 6, 7, 8 y 16 años se encuentran en un nivel de desempeño alto, en cambio las edades restantes se encuentran en un nivel de desempeño básico. Mostrando que los estudiantes de primaria obtienen mejores promedios que los estudiantes de secundaria excepto a la edad de los 16 años.

Agrupando en 4 rangos de edad se buscó realizar un análisis porcentual como se muestra a continuación

Tabla 32. *Porcentajes del nivel de desempeño académico de los estudiantes del grupo experimental según su Edad.*

Tabla cruzada Edad (años) categorizada*Nivel de desempeño académico

		Nivel de desempeño académico				Total
		Bajo	Básico	Alto	Superior	
Edad (años) categorizada	Recuento	0	5	7	2	14
	6-8 años					
	% dentro de Edad (años) categorizada	0,0%	35,7%	50,0%	14,3%	100,0%
	% del total	0,0%	9,3%	13,0%	3,7%	25,9%
	Recuento	0	11	4	0	15
	9-11 años					
	% dentro de Edad (años) categorizada	0,0%	73,3%	26,7%	0,0%	100,0%
	% del total	0,0%	20,4%	7,4%	0,0%	27,8%
	Recuento	2	12	1	0	15
	12-14 años					
	% dentro de Edad (años) categorizada	13,3%	80,0%	6,7%	0,0%	100,0%
	% del total	3,7%	22,2%	1,9%	0,0%	27,8%
	Recuento	1	6	3	0	10
	15-17 años					
	% dentro de Edad (años) categorizada	10,0%	60,0%	30,0%	0,0%	100,0%
	% del total	1,9%	11,1%	5,6%	0,0%	18,5%
Total	Recuento	3	34	15	2	54
	% dentro de Edad (años) categorizada	5,6%	63,0%	27,8%	3,7%	100,0%
	% del total	5,6%	63,0%	27,8%	3,7%	100,0%

Como se observa en la tabla (Ver tabla No. 32), en el rango de 6 a 8 años, con 14 estudiantes en los niveles de básico, alto y superior con proporciones de 35,7%, 50 % y 14,43 %, para el 2º rango que corresponden a las edades de 9 a los 11 años, cuenta con 15 estudiantes divididos en solo dos niveles de desempeño; básico (73,3 %) y alto (26,7%), el tercer rango con edades entre los 12 a 14 años, con 15 estudiantes divididos en tres niveles de desempeño; Bajo (13,3), básico (80%) y alto de 6,7%, y el último rango de edad que va desde los 15 a los 17 años en tres niveles de desempeño; Bajo (10,1%), básico (60%) y alto (30%). En resumen, solo el primer rango de edad alcanza la distribución en todos los niveles de desempeño, el resto de rangos solo contaron con dos o tres niveles teniendo siempre el nivel básico el mayor porcentaje de los estudiantes en cada rango excepto en el primer rango (6-8 años) que contó con mayor porcentaje en el nivel de desempeño alto.

En la ilustración No. 36 se muestran las frecuencias de los estudiantes en cada uno de los niveles de desarrollo dependiendo a los rangos de edad.

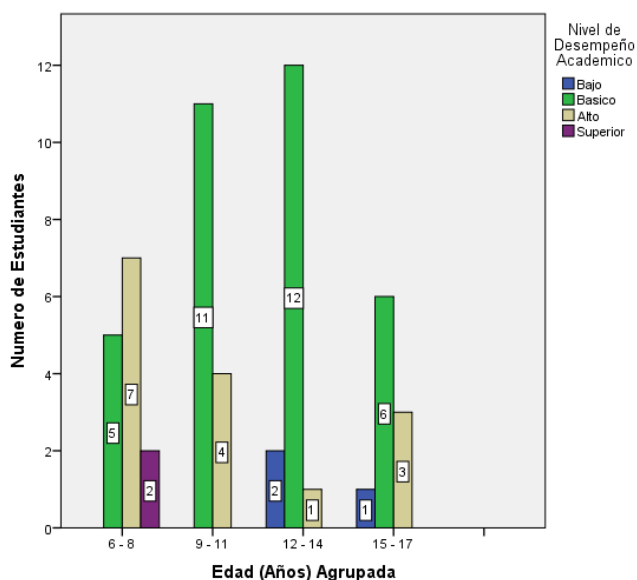


Ilustración 36. *Relación de la Edad (Años) y el número de estudiantes según su promedio académico de los estudiantes del grupo experimental.*

En resumen, la ilustración nos muestra, un aumento de estudiantes en nivel básico a medida que aumenta la edad y un descenso en el nivel de desempeño alto, con exposición a los dos últimos rangos de edad a llegar a unos niveles bajos que concuerdan con el descenso sustancial de nivel de desempeño académico, sin embargo, al llegar al rango de edad de 15 a 17 años los estudiantes empiezan nuevamente a obtener mejores niveles de desempeño.

7.2.5.1. Correlación entre sexo y nivel de desempeño.

En la siguiente tabla se muestran los resultados por sexo en relación al nivel de desempeño académico de los estudiantes del grupo experimental (ver Tabla No. 33).

Tabla 33. *Relación del nivel de desempeño académico según el sexo de los estudiantes del grupo experimental. .*

Tabla cruzada Nivel de desempeño académico*Género de los estudiantes			Género de los estudiantes		Total
Nivel de desempeño académico	Bajo	Recuento	Femenino	Masculino	
		% dentro de Nivel de desempeño académico	100,0%	0,0%	100,0%
		% del total	5,6%	0,0%	5,6%
	Básico	Recuento	14	20	34
		% dentro de Nivel de desempeño académico	41,2%	58,8%	100,0%
		% del total	25,9%	37,0%	63,0%
	Alto	Recuento	11	4	15
		% dentro de Nivel de desempeño académico	73,3%	26,7%	100,0%
		% del total	20,4%	7,4%	27,8%
	Superior	Recuento	1	1	2
		% dentro de Nivel de desempeño académico	50,0%	50,0%	100,0%
		% del total	1,9%	1,9%	3,7%
	Total	Recuento	29	25	54
		% dentro de Nivel de desempeño académico	53,7%	46,3%	100,0%

% del total	53,7%	46,3%	100,0%
-------------	-------	-------	--------

En la tabla se exponen los resultados del cruzamiento entre el nivel de desempeño académico y el sexo, el primer nivel de desempeño (bajo) contó con 0 representante del sexo masculino y 3 (100%) del sexo femenino, en el nivel de desempeño básico tuvo 20 (58,8%) hombres y 14 (25,9%) mujeres, en el nivel alto, se encontró con un 11 (73,3%) hombres y 4 (26,7%) mujeres, el ultimo nivel de desempeño solo conto con un representan de ambos sexos.

En la siguiente ilustración No. 38 se ejemplifican lo niveles de desempeño académico y la frecuencia de los estudiantes.

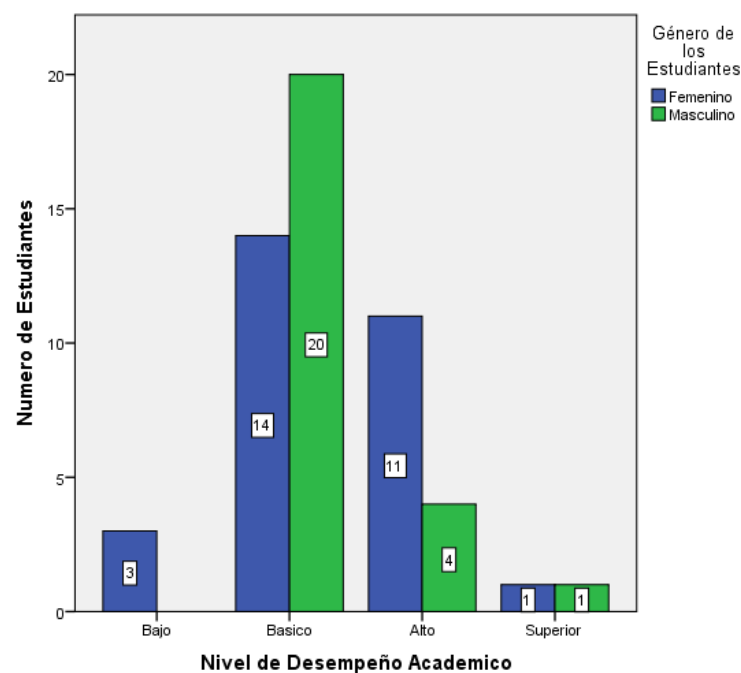


Ilustración 37. *Relación del Nivel de desempeño según el Sexo de los estudiantes del grupo experimental.*

Como resultados de la ilustración se expone que las mujeres tienen mejores niveles de desempeño que los hombres excepto en el nivel básico ya que los hombres con unas frecuencias de 20 sobrepasan en 6 puntos a las mujeres y en el nivel superior que ambos generes se encuentra a la par tan solo una frecuencia.

Correlaciones entre grupos.

7.2.6. Relación del lugar y niveles de flúor en orina

En la siguiente tabla se muestran los resultados descriptivos obtenidos mediante el análisis de los niveles de ion fluoruro (F^-) excretados por los estudiantes del grupo experimental (Juncal) y el grupo control (Caguán), mediante una muestra puntual de orina.

Tabla 34. *Resultados descriptivos de los niveles de fluoruros excretados en la orina de los estudiantes del grupo control (Caguan) y grupo experimental (Juncal).*

Estadísticas de grupo					
	Lugar	N	Media (ppm)	Desviación estándar	Media de error estándar
Nivel de flúor (ppm)	JUNCAL	54	3,4922	1,66953	0,22719
	CAGUÁN	35	2,2014	0,96371	0,16290

Como se puede observar en la Tabla No. 34, el grupo control (Caguán) con una total de 35 estudiantes participantes, tiene una media en niveles de ion fluoruro (F^-) excretado en la orina de $2,20 \pm 0,96$ ppm y un error estándar de 0,16, a diferencia del grupo experimental que, con una total de 54 participantes, conto con una media de $3,49 \pm 1,67$ ppm y un error estándar de 0,23 aproximadamente. Esto nos muestra que la Vereda el Juncal del municipio de Palermo, sobrepasa en 1,3 puntos de niveles de flúor al grupo control de Corregimiento el Caguan.

Por medio de los resultados descriptivos se logra apreciar diferencias entre medias, sin embargo, se quiere conocer si esas diferencias son significativas o solo se debe a la casualidad, al ser los grupos estudiados completamente distintos se procedió a realizar la prueba de T Student para muestras independientes, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla No. 36.

Mediante el siguiente enunciado se muestran las hipótesis planteadas para el estudio en base a los niveles de ion fluoruro (F^-) de ambos grupos.

H_0 = No hay diferencias entre los niveles de flúor en orina excretados por los estudiantes de la muestra control (Caguan) y la muestra Experimental (Juncal).

H_1 = Si hay diferencias entre los niveles de flúor en orina excretados por los estudiantes del grupo control (Caguan) y el grupo experimental (Juncal).

$$H_0 = Sig > 0,050$$

$$H_1 = Sig < 0,050.$$

Tabla 35. *Prueba de T Student para muestras Independientes, de los niveles de fluoruros excretados en la orina de los estudiantes del grupo control (Caguan) y grupo experimental (Juncal)*

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Nivel de flúor (ppm)	Se asumen varianzas iguales	7,258	0,008	4,143	87	0,000	1,29079	0,31153	0,67159	1,91000
	No se asumen varianzas iguales			4,617	86,050	0,000	1,29079	0,27956	0,73506	1,84653

Al realizar prueba de T Student para muestras independientes como se aprecia en la tabla No. 35, se puede afirmar que si hay diferencias significativas entre los niveles de flúor en orina excretados por los estudiantes del grupo control (Caguán) y el grupo Experimental (Juncal), ya que el P-valor, fue de $0,00 < 0,05$, siendo este un valor significativo, aceptando la hipótesis alternativa y rechazando la hipótesis nula. Además, La prueba de igualdad de varianzas, nos muestra que el grupo experimental (Juncal) y el grupo control (Caguán) son totalmente distintas siendo este valor de $0,008 < 0,05$.

Para el análisis del grupo experimental (Juncal) y control (Caguan) se realizó una correlación de Pearson como se muestra a continuación.

Correlación del flúor

En la siguiente Tabla No. 36 se muestran los resultados de la correlación entre el nivel de flúor, el promedio académico y la edad.

Tabla 36. *Correlación del Nivel de flúor con respecto al Promedio Académico y Edad de los estudiantes de los estudiantes del grupo control y experimental.*

Correlación		
	Promedio Académico	Edad
Correlación de Nivel de Flúor	-0,244	0,201
Pearson		
Sig. (unilateral)	0,011	0,029

H_0 = Hipótesis Nula

H_1 = Hipótesis Alternativa

Sig > 0,050 se acepta hipótesis Nula (H_0)

Sig < 0,050 se acepta hipótesis Nula (H_0)

En el análisis de correlación de Pearson para los grupos control (Caguan) y experimental (Juncal), mostro que se establece una correlación entre el Promedio Académico con Nivel de fluor en los estudiantes indicando que el P-valor **0,011 < 0,050**, además el coeficiente de correlación fue de -0,24 indicando una correlación baja e inversa, así mismo se analizó la correlación entre el Nivel de Fluor en orina de los estudiantes y edad de los estudiantes indicando un P-valor de **0,029 < 0,050** y un coeficiente de correlación de 0,20 lo que indica que la correlación lineal es baja positiva entre estas dos variables.

De igual manera se planteó un modelo matemático para buscar relación entre estas dos variables cuantitativas, estudiando si los valores de una pueden predecir el valor de la otra, como se muestra a en la siguiente gráfica.

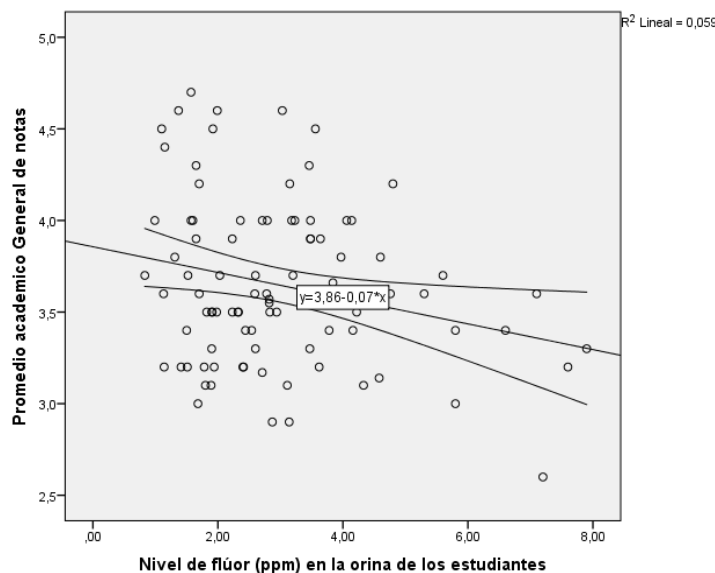


Ilustración 38. *Regresión Lineal entre el Nivel de Flúor (ppm) en orina y el Promedio Académico de los estudiantes del grupo experimental y control..*

Mediante la regresión lineal simple del resumen del modelo (ver Ilustración No. 39), nos muestra que el valor de R^2 de 0,059 es la proporción de datos que pueden predecir el promedio académico en función del nivel de flúor en la orina de los estudiantes, lo que se puede suponer una posible afectación del 5% de tal forma que a mayor nivel de concentración de fluor excretado menor será el rendimiento académico del estudiante.

En la Ilustración No. 39 podemos observar que el valor de la constante de estudio fue de 3,86 y el valor del coeficiente de -0,07, obteniendo como resultado la siguiente ecuación matemática $Y = 3,86 - 0,07X$, lo anterior quiere decir que el promedio académico de los estudiantes del grupo experimental es igual a 3,86 menos 0,07 veces el nivel de flúor excretado por la orina del grupo experimental, además, se tuvo en cuenta que el valor de significancia o P-valor fue de $0,011 < 0,05$ para la constante y de $0,000 < 0,05$ para el coeficiente de la prueba de T Student, siendo valores significativos, dicho de otra manera, hay una relación entre la constante y el coeficiente para los niveles de ion fluoruro. De igual manera se puede ver la relación inversa proporcional entre estas dos variables confirmado por el coeficiente de Pearson anteriormente.

7.2.6.1. *Correlación de promedio*

Teniendo en cuenta que para nuestro estudio era relevante la relacion que se establecia en la insidencia de los niveles de fluor en los estudiantes con el resultado del Test de Lawson, pero como

se a mencionado anteriormente no mostro relacion alguna, sin embargo si se mostro una relacion respecto al promedio academico como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 37. *Correlación entre el promedio académico y la Edad de los estudiantes del grupo control y experimental.*

Correlación		
	Promedio	Edad
	académico	
Correlación de Pearson		-0,485
Sig. (unilateral)		0,000

En la tabla No. 37, se puede ver que el P-valor fue de $0,000 < 0,05$, siendo un valor significativo con un coeficiente de correlación de -0,485, es decir, que esta correlación es moderada negativa, donde a mayor promedio académico, menor edad.

7.2.6.2. **Correlación Lawson.**

En la Tabla No. 39 se muestra la correlación entre las respuestas correctas del Test de Lawson y la edad de los estudiantes.

Tabla 38. *Correlación entre Respuestas Correctas del Test de Lawson y Edad de los estudiantes del grupo experimental y control.*

Correlación		
	Respuestas correctas	Edad
	del Test de Lawson	
Correlación de Pearson		0,400
Sig. (unilateral)		0,000

En el análisis de correlación de Pearson para los grupos control (Caguan) y experimental (Juncal), mostro que se establece una correlacion entre las respuestas correctas del Test de Lawson y la edad de los estudiantes, indicando que el P-valor **$0,00 < 0,050$** , ademas el coeficiente de correlacion fue de 0,400 indicando una correlación moderada positiva, es decir que a mayor numero de respuestas correctas obtenidas en el Test de Lawson mayor sera la edad de los estudiantes.

8. Analisis de Resultados.

El análisis de flúor en aguas del Corregimiento el Caguan se obtuvo una concentración promedio de $0,69 \pm 0,01$ ppm F, el cual se encuentra dentro de los niveles aceptables, según lo establecido por la normatividad colombiana en el decreto 2115 del 2007 que es 1mg/L F, así mismo al analizar las muestras de orina, estas presentaron niveles de $2,20 \pm 0.96$ ppm de flúor, lo que significa que son valores cercanos a la de excreción normal de flúor, tal como lo plantea Alvarez, Hector, Noreña, & Henao, (1978) “ *La ingestión diaria normal de Flúor son 2 mg/litro (2 ppm) existiendo un equilibrio entre la entrada y la salida principalmente por la orina, de tal manera que niveles altos de concentración en suero corresponde una mayor cantidad en la orina*” (p.39), estos resultados obtenidos se corroboran con el estudio llevado a cabo en México el cual no presentan zonas con altos niveles de flúor en aguas, a lo que atribuye concentraciones de 0,4 ppm F y en orina de 1,04 ppm F, en niños en edades de 3 a 15 años (Hernández et al., 1998).

Sin embargo se debe tener en cuenta que los valores obtenidos en el grupo control en excreción de flúor de 2,20 ppm F, son altos comparados con estudios en zonas no fluoradas (Barrón, 2015), atribuyéndose a que la normatividad colombiana no contempla la adición de Flúor en agua, pero si en la sal como lo establece el Sistema Único de Información Normativa en el Decreto 2021 en el Artículo 2 (Ministerio de Salud, 1984), el cual dicta que el flúor de la sal debe encontrarse en una proporción entre 180 a 220 ppm F. No obstante, el Informe Quincenal Epidemiológico Nacional (IQEN) sobre áreas de riesgo por exposición a fluoruros, Colombia 2012-2015 reportan que la sal que se distribuye en el país, no se le hace un seguimiento y control eficaz, muchas de las cuales presentan más concentración de lo permitido en la normatividad Colombia trayendo consigo enfermedades como la fluorosis dental. Caso similar ocurre con las cremas dentales en el país (Misnaza & Tovar, 2017). Cabe mencionar además, que durante la semana de toma de muestra de orina se realizaron brigadas odontológicas en la Institución Educativa el Caguán, aportando un posible incremento en los niveles de flúor encontrados en la orina de los estudiantes. Además se debe tener en cuenta factores que impliquen el aumento normal de excreción de flúor en orina en zonas no fluoradas, tal es el caso de los alimentos que hacen parte de la escala nutricional como frutas, verduras, granos y carne, entre los cuales según el estudio llevado a cabo por (Posada & Restrepo, 2017), destaca que “la panela oscilaba entre 48

y 139 ppm (1mgF/kg), arroz 2,089 a 5,782 mgF/Kg, huevos (0,400 a 53,048 mgF/Kg), siendo estos alimentos de alto consumo diario y semanal a edades muy tempranas.

Habría que decir también, que encontramos flúor en jugos y bebidas, estudios demuestran que gaseosas, jugos de fruta, refrescos, aguas minerales, energizantes o repositorios hidroelectrolíticos, bebidas lácteas, presentan concentraciones de flúor inferiores a 0,1 mgF/L a diferencia de bebidas a base de té es significativa ($p < 0,01$, U de Mann Whitney) (López, Estrada, Zapata, & Franco, 2008), a pesar de que estas concentraciones no son altas, tienen un aporte al incremento de la ingesta de flúor, como lo corrobora estudios a nivel internacional como el realizado en México, el cual exploraron la concentración de flúor en jugo de frutas como factor de riesgos adicional a fluorosis dental, encontrando que el 33% de flúor en productos de jugos de frutas mostraban niveles de flúor por encima de la norma mexicana (0,7 ppm) siendo un factor de riesgo para la fluorosis dental (Pozos & Retana, 2005).

Para el análisis de fluoruros en aguas de la vereda el Juncal se tomó como referencia los resultados de un estudio realizado por la universidad Corhuila en el año 2017, mostrando los niveles de ion fluoruro F^- , durante 6 meses (Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre, 2017) arrojó un promedio de $1,61 \pm 0,004$ ppm F^- , indicando que sobrepasa el índice contemplado por la normatividad colombiana, del igual manera se concluyó que en el sexo femenino la ingesta diaria de flúor por alimentos, agua potable, crema, entre otros, en los rangos de edad de 11 a 50 años fue de 0,070 kg/mg/día promedio y para el sexo masculino entre 11 y 20 años de edad fue de 0,085 kg/mg/día promedio para dicha población (Melendez & Losada, 2017). El estudio realizado por la Universidad Corhuila, nos muestra la estrecha relación entre el consumo de flúor por fuentes de agua y dieta, con los niveles de flúor encontrados en la orina de los estudiantes en esta investigación, siendo de $3,49 \pm 2,78$ ppm F en promedio.

Además se encontró una correlación significativa entre los niveles de flúor en orina y la edad de los estudiantes la vereda el juncal de 0,20, lo que indica que es una correlación lineal baja positiva, es decir directamente proporcional, por consiguiente a mayor edad, mayor niveles de fluor en el estudiante, el cual se puede corroborar con el estudio de Hernández, et al., (1998) el cual menciona que el *“promedio más alto de concentración de flúor fue de 1.5 ppm en el grupo de niños con 15 años de edad, mientras que el más bajo fue de 0.8 ppm en niños de 7 años”*(p.239); como también el llevado a cabo por Xiang et al (2003) el cual mostró los niveles de fluor en agua encontrados en el condado de Sihong, provincia de Jiangsu, China que están en un promedio de

2,47 $\pm$ 0,79 ppm F arrojando un nivel de flúor en orina de 3,47 $\pm$ 1,95 ppm F siendo esto un valor cercano a los obtenidos en este estudio. Al igual que en una zona de la india cuya concentración media de flúor en agua es 2,10 mg/L F y en orina de 1,53 mg/l F en niños (Yadav & Cols, 2003). Con lo anterior se puede suponer que la concentración de flúor en agua, más la ingesta de sal fluorada y alimentos con bajas concentraciones de flúor que consumen los estudiantes en la Vereda el Juncal, en conjunto suponen un consumo diario superior a 2 ppm F.

Tabla 39. Promedios de los Niveles de Flúor del Grupo Control y Grupo Experimental por Edad de los estudiantes del Estudio.

Edad	Excreción de orina del grupo control (ppm), Media de F- en agua: de 0,69 $\pm$ 0,01 ppm F ⁻	Excreción de orina del grupo experimental (ppm). Media de F- en agua: 1,61 $\pm$ 0,004 ppm F ⁻ (Melendez & Losada, 2017).	Consumo de flúor recomendado por día
6	1,7	3,13	
7	2,0	1,57	
8	2,6	3,56	
9	1,6	2,23	
10	1,8	2,82	
11	1,9	2,33	
12	4,2	3,84	
13	2,0	5,80	
14	2,7	3,48	
15	2,1	2,96	
16	1,8	4,14	
17	1,8	3,48	
Promedio	2,201	3,492	
Prevalencia de fluorosis	0%	66.87%	
Media de fluoruros en el agua de consumo	0,69 $\pm$ 0,01 ppm F ⁻	1,61 $\pm$ 0,004 ppm F ⁻ (Melendez & Losada, 2017).	

Son variados los estudios que relacionan la concentración de flúor en la orina y variables como el uso de productos fluorados, fluorosis dental, desarrollo cognitivo, zonas fluoradas y no fluoradas (niveles de flúor en el agua) (Saxena, Sahay, & Goel, 2012; Ding, et al, 2011; Torres & Pardo, 2015) en niños con edades entre los 6 a 17 años, obteniendo resultados cercanos a este estudio. Logrando catalogar como zona fluorada alta para el grupo experimental y zona fluorada media para el grupo control, es decir, aunque en el grupo control no se encontró altos niveles de flúor en el agua de consumo diario, los alimentos que ingieren a diario, incluida la sal fluorada, hace que pertenezca a este grupo. Temiendo que estos niveles medios puedan llegar a afectar su desarrollo cognitivo y provocar a futuro algún signo de fluorosis dental.

En la Tabla No. 39, se evidencia que los niños afectados por concentraciones altas de flúor en el agua y fluorosis dental con prevalencia de un 66.87% (grupo experimental), tienen mayor concentración de flúor en la orina, exceptuando las edades de 7 y 12 años en el grupo control, donde obtuvieron mayores resultados que el grupo experimental. Estas edades en la mayoría de los estudios son tomadas a parte, ya que en ellas suelen acontecer cambios importantes, como a la edad de 7 años, donde sucede la transición de la dentición temporal a permanente (Álzate, Serrano, Cortes, Ariel, & Rodríguez, 2016), trayendo consigo una absorción y acumulación de flúor mayor, dado a la formación de los dientes temporales, investigaciones realizadas en China a 51 niños de 7 años con concentraciones de flúor en agua de 1.64 mg/L F, arrojó un promedio en orina de 2,2 mg/L F, lo cual se asemeja a los resultados en esta investigación en dicha edad para ambos grupos (Choi et al, 2015). Caso similar pasa en los niños en edades entre los 12 y 13 años, donde ocurren grandes cambios a nivel físico, biológico y cognitivo tanto en hombres como en mujeres, denominando a esta etapa “pubertad”, además de erupciones finales de denticiones permanentes (Álzate, Serrano, Cortes, Ariel, & Rodríguez, 2016), Investigaciones realizadas en India a estudiantes de 12 años divididos en grupos dependiendo a los niveles flúor en el agua, encontraron concentraciones de agua entre los 3,1- 4,5 ppm F con niveles en orina de 4,58 + 0,50 ppm F (grupo 1) y de 1,5 - 3 ppm F en agua con niveles en orina de 3,28 + 0,48 ppm F (grupo 2), resultados muy cercanos a los obtenidos en este estudio para la edad de 12 años en los dos grupos (control y experimental) (Saxena, Sahay, & Goel, 2012).

La correlación entre el sexo y la concentración de flúor en orina para el grupo experimental no fue significativa, pero se puede apreciar que las mujeres obtienen medias menores con 2,31 ppm F, en comparación con el género masculino con 3,09 ppm F. Lo anterior se puede corroborar en el estudio de García (2006) en el cual, obtuvieron que los hombres tienen mayor excreción de flúor con 1,04 mg/l a comparación de las mujeres con 0,72 mg/L F. Además, una recopilación de estudios llevados a cabo por Connett & Tara (2016) mostraron resultados sobre afectación del flúor a nivel de CI (coeficiente intelectual) permitiendo reunir niveles promedio de orina, hallando que exposiciones con valores por debajo de los 3 mg/L en niños y en población adulta niveles que exceden los 3 ml/L son normales, aludiendo que a mayor edad mayor puede ser los niveles de flúor en orina.

Los niveles elevados de fluoruros no solo traen efectos a nivel dental y esquelético, sino también a nivel del CI (Coeficiente Intelectual), como se mencionó anteriormente estudios revelan

una reducción sustancial en el puntaje de las pruebas psicométricas de coeficiente intelectual de niños y jóvenes expuestos al ion $(-F)$, siendo la concentración en orina un buen predictor al correlacionar de manera inversa con el CI (Saxena, Sahay, & Goel, 2012), asumiendo que el aumento 1mg/L F en la orina disminuye el CI en 0,59 puntos (Ding, et al 2011). Análogamente se ha indagado acerca de los posibles daños al desarrollo neuronal y cognitivo con repercusiones en el aprendizaje, detectando déficit en procesos cognitivos de memoria principalmente (Li, et al 1994), estudios como el realizado por Choi, et al (2015), sugieren un déficit en la memoria de trabajo (tipo de memoria a corto plazo donde interviene la corteza prefrontal), medida por variados Test (WRAML, WISC-R, WRAVMA), relacionándolo con los niveles de flúor en agua, orina y la prevalencia de fluorosis dental severa y moderada. Es necesario evaluar de forma individual las funciones cognitivas, ya que se puede dar una idea de las estructuras nerviosas que pueden verse afectadas, estudios realizados en México a 132 niños en edades entre 6 a 10 años sugiere que las áreas alteradas por los altos niveles de fluoruros son: el lenguaje, la comprensión, la memoria a corto y largo plazo, vinculadas a regiones de lóbulo temporal en ambos hemisferios (Olivia, 2005). En efecto, evaluar operaciones cognitivas implicadas en el aprendizaje es fundamental, por ello, se evaluó el proceso de razonamiento como función ejecutiva implicada en la memoria de trabajo, mediante el razonamiento científico medido por el Test de Lawson o Test de razonamiento Científico (Classroom Test of Scientific Reasoning). Según Narváez, (2011) el Test de Lawson es *“un instrumento utilizado para medir el desarrollo cognitivo y la capacidad de análisis y/o razonamiento”* (p84), que de hecho es uno de los pocos instrumentos creados para medir la habilidad que tienen los estudiantes para razonar ante problemas determinados, de acuerdo a las propuestas de Piaget.

Gracias a los antecedentes encontrados acerca de los efectos que tiene el flúor, se buscó medir las afectaciones al desarrollo cognitivo en los estudiantes, mediante procesos mentales que dan paso al aprendizaje como el razonamiento científico, obteniendo como resultado, que no hay una correlación significativa, entre las variables de razonamiento científico y niveles de ion fluoruro excretado a través de la orina de los estudiantes, puesto que el 100% de la muestra (control y experimental) se encuentra en un estadio de operaciones concretas (razonamiento empírico-inductivo), es decir que el razonamiento científico o perfil cognitivo de los estudiantes no se ve afectado por el consumo de flúor o dado a que ambos grupos (control y experimental) se encuentran en zonas fluoradas en agua y sal con promedios considerables en orina, la variable

razonamiento científico se comporte de manera similar, Por ello es necesario realizar estudios más precisos en relación a los niños de zonas fluoradas y no fluoradas, teniendo en cuenta la ingesta de los alimentos, sal y agua con fluoruros que consumen a diario. Así mismo, se analizó el número de respuestas correctas obtenidas por los estudiantes en el test de Lawson, en donde tampoco se encontró relación alguna con la variable nivel de flúor en orina.

Los perfiles cognitivos obtenidos de los estudiantes del corregimiento el Caguan del municipio de Neiva (grupo control) y los de la vereda el Juncal del municipio de Palermo (grupo experimental), se asemejan a múltiples estudios realizados a estudiantes de primaria, bachillerato e universitarios (Rodríguez et al., 2018; Restrepo , 1993; Díaz, 2012), donde generalmente el 80% , 90% o 100% de los estudiantes se encuentra en el estadio de operaciones concretas, siendo incapaces de comprender hipótesis con agentes causales observables, pero si pueden llevar a cabo experimentos mentales, relacionándolos directamente con los objetos y no con hipótesis verbalizadas (Pérez, 2014). Estos resultados ponen en manifiesto que en la actualidad los estudiantes colombianos tienen un déficit de razonamiento que puede verse reflejado en pruebas de razonamiento matemático y científico como las pruebas PISA (Cervini, Dari, & Silva , 2015). En relación a esto, en nuestro estudio se halló que los hombres tienden a obtener mejores resultados con 3 y 4 respuestas correctas en el test de razonamiento científico, en comparación a las mujeres, es decir, que los hombres consiguieron un mejor rendimiento en la prueba, sin embargo, no hubo una correlación positiva entre estas variables. A nivel teórico, se asume que los hombres son mejores para el razonamiento, las matemáticas y las ciencia en pruebas de evaluación internacional y en el colegio (Arias, Quispe, & Ceballos, 2016; Calvo , 2013), en cambio las mujeres superan al hombre en comprensión lectora y rendimiento académico (Calvo , 2013; Edel, 2003; Guerrero , 2010).

Por otra parte, se desea subrayar que la edad de los estudiantes, tiene una correlación significativa baja de 0,348 con respecto al resultado obtenido en la prueba del Test de Lawson para el grupo experimental, donde los estudiantes con mayor edad obtienen mayor número de respuestas correctas en el test. Siendo racional sugerir que a mayor edad mayor es el grado de madurez intelectual, pero, sin dejar de lado que los estudiantes de 13 años en adelante se atascan en el pensamiento concreto a lo largo de su vida escolar. Con respecto a lo anterior estudios realizados en China a universitarios de diferentes semestres y profesiones, concluyeron una inercia persistente en el razonamiento científico a lo largo de sus carreras profesionales, afirmando que

así se transcurran los años no hay aumento en razonamiento científico, pero si puede a ver un deceso de este (Ding et al., 2011), algo similar puede evidenciarse en esta investigación durante el transcurso de la vida escolar de los estudiantes ,al establecerse en un nivel de pensamiento concreto sin avanzar a uno de transición o formal, que pueden estar relacionados como lo afirma Camargo & Twiggy, (2017) a factores que agrupa el razonamiento científico como la inducción, abducción, deducción, analogías o factores más generales como los procesos psicopedagógicas, socioeconómico y de género (Soler , Garcia de los Bayonas, Muñoz, & Kepler , 1989; Soler & García de las Bayanas, 1990) . En el caso del grupo control, no se halló ninguna relación entre la variable edad y número de respuestas correctas en el test.

Estudios realizados a niños de 6 a 12 años en Colombia por Fonseca, Rodríguez, & Parra (2016), demuestran que desde edades tempranas (6 años), ya se encuentran presente en los estudiantes funcione ejecutivas, como la memoria de trabajo, que incluye al razonamiento, con variables como el rendimiento académico con correlaciones significativas fuertes. Por otra parte, se estima que la mejor medida del desarrollo cognitivo en edades tempranas, es mediante las teorías propuestas por Piaget, el cual presenta altas correlaciones con el rendimiento académico, sin embargo, a partir de los 14 años es más preciso medir el razonamiento cognitivo por medio de la variable CI (coeficiente Intelectual), obteniendo correlaciones altas con el rendimiento académico (Pardo & Oleo, 1993).

En cuanto a los niveles de dificultad presentadas en cada ítem por los estudiantes del grupo control y grupo experimental en el Test de Lawson, nuestro hallazgos se apoyan en otros estudios como el realizado por Picquart & Sosa, (2010), donde los ítems con mejores porcentajes de respuestas correctas corresponden a las preguntas 1,2 (conservación de masas y volumen) y de dificultad media la pregunta 8 (razonamiento hipotético- deductivo) , en cuanto a los niveles de mayor dificultad no se relacionan a nuestro estudio ya que para ellos el ítem 7 (pensamiento hipotético- deductivo) fue el principal y para nosotros fueron los ítems 4 (pensamiento avanzado de probabilidad) y 6 (Identificación y control de variables) . De igual forma estudios desarrollados en México por Díaz (2012) a estudiantes bachilleres de primer semestre universitario, presento idénticas similitudes a nuestros resultados en cuanto a los ítems con mayores acierto (1, 2 y 10), medios aciertos (12, 7 y 9) y bajos aciertos (3 y 5), además los ítems 4 y 8 que en nuestro caso no tuvieron aciertos por los estudiantes y fueron los de menor acierto para los bachilleres mexicanos, y finalmente el ítem 6 que no tuvo repuestas correctas para el grupo control de nuestra

investigación tampoco lo tuvo para los grupos control y experimental de los bachilleres universitarios.

Como se menciona en Engelman, Neuhaus, & Fischer (2016), la habilidad de razonamiento científico no solo es aplicada por investigadores, esta habilidad es adquirida por todos, ya que es esencial para la toma de decisiones en la cotidianidad. De igual manera se tiene en cuenta que la habilidad de razonamiento científico es una habilidad principal para la unión del desarrollo cognitivo y la educación (Schiefer et al., 2016). En el Test de Lawson se tienen en cuenta apreciaciones curriculares, de las Instituciones Educativas que aunque son regidas por estándares básicos de aprendizaje y lineamiento curriculares para áreas fundamentales como Matemáticas, Lenguaje, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales establecidas durante los 11 años de escolaridad a los estudiantes (desde primero a once grado) (Ministerio de Educación Nacional, 2006), cada Institución tiene autonomía en didácticas, estrategias pedagógicas, entre otras, amparadas por ley general de educación Colombiana (ley 115), además de contar con diferentes recurso Institucionales como nuevas tecnologías, laboratorios, bibliotecas, etc., que pueden llegar a marcar diferencias en el nivel de razonamiento científico de una Institución a otra. Por todo lo anterior se generó un mínimo de sesgo cultural, buscando Instituciones que pertenecieran a un mismo nivel evaluativo (categoría C) y una zona similar a la del grupo experimental (zona rural), siendo la Institución educativa el Cagúan (grupo control) quien cumplió a cabalidad con todas estas condiciones. No obstante, esto parece no causar mayor relevancia ya que estudios realizados por Cui et al., (2008), con 300 estudiantes de primer año universitario de China y Estados Unidos, demuestran que el nivel de razonamiento científico no es afectado por distinciones entre países, culturas, idiomas y currículos educativos, ya que los resultados obtenidos en las pruebas del Test de Lawson fueron idénticas entre los grupos estudiados, haciendo posible suponer que esta prueba tiene gran confiabilidad, validez y está libre de algún tipo de sesgo cultural.

Para este estudio fue de gran importancia establecer algún déficit en el razonamiento a causa del flúor, ya que, puede llegar a afectar a estructuras cerebrales con procesos mentales específicos como el aprendizaje y el razonamiento, dado que, como se ha corroborado en investigaciones recientes, lóbulos temporales y frontales, encargado fundamentalmente de procesos cognitivos de memoria y razonamiento se está viendo afectado por la acumulación de flúor en él, provocando su pérdida (Valdez, Soria, Miranda , Gutiérrez, & Pérez, 2011; Choi et al, 2015), aportando un problema adicional al aprendizaje de niños y jóvenes. Cuando se hace referencia a memoria se

debe especifica que la memoria a largo y corto plazo se encuentra dividida en tres tipos memoria; *Memoria de trabajo* (cognición ejecutiva, donde se encuentra el razonamiento), *memoria declarativa* (memoria explicita) donde se encuentran recuerdos o información consciente e intencional y *memoria implícita*, donde se encuentran la información inconsciente (Castillo, 2012).

Dentro de los procesos psicológicos se encuentran los procesos cognitivos que son un conjunto de habilidades de orden básico tales como la Sensación, Percepción, Atención u Concentración y Memoria (Haro & Mendez, 2010) y también de orden superior ligados a los de orden básico, como el Razonamiento (deductivo, inductivo entre otros), Lenguaje e Inteligencia (Universidad Nacional, Abierta y a Distancia, 2013). Estas habilidades tienen una alta interconexión, es decir, cuando una habilidad es afectada por cualquier condición, repercutirá en todas las demás en diferente proporción (Lupón, Torrents, & Quevedo, 2012).

El razonamiento científico, está fuertemente ligado a habilidades intelectuales, que tal como lo menciona Thurstone (citado en Kohler , 2013), aptitudes mentales como; la comprensión verbal, la visualización espacial, el cálculo numérico y el razonamiento inductivo-deductivo, explican el funcionamiento del intelecto humano. Teniendo en cuenta que el Test de Lawson mide estos rasgos e incluye la lógica-matemática, tradicionalmente medida por las pruebas psicométricos, para educación infantil y primaria (Ferrándiz, Bermejo, Sainz, Ferrando, & Prieto, 2008), no sería algo raro que esta habilidad correlacione de manera significativa con los test de inteligencia (Sanz de Acedo Baquedano & Sanz de Acedo Lizárraga, 2006), dicho de otra manera la inteligencia se complementa muy bien con el razonamiento científico o con tareas piagetiana (Ruperez, Palecios , Brincones , Florez, & Sanchez). Los test de Inteligencia o de medición de coeficiente intelectual siempre han sido el complemento de la evaluación de programas educativos y psicológicos, pero los resultados pueden ser correlacionados de mejor manera, cuando “ *los procesos cognitivos y el contenido de los ítem en las pruebas psicológicas tienen mayor afinidad con las disciplinas curriculares*” (Almeida, Guisande, Primi, & Lemos, 2008 p.3). Estudios realizados por Ruperez, et al., (1986), ponen en manifiesto lo dicho, al utilizar dos tipos de Test (Psicométrico y Psicopedagógico) como predictores del rendimiento en física, tales como el Test de Longeot, que tiene la misma función del Test de Lawson (medir el razonamiento con base a las teorías de Piaget) y el Test de Raven (conocido y ampliamente utilizado en la medición de CI a nivel mundial), encontrando que ambos test predecían el rendimiento en física y suponiendo que *’test que miden rasgos dados posee una validez convergente, cuando presentan correlaciones altamente positivas,*

con otros test que utilizan otros métodos diferentes pero miden el mismo rasgo'' (p42), asumiendo que la inteligencia general, dada por el Test de Raven está ligada o es la misma capacidad de razonamiento formal.

Hay que mencionar además que contrario a este estudio (al no encontrar relación significativa), el razonamiento científico medido con el Test de Antón Van Lawson hace parte de factores relacionados a bajo rendimiento académico general (Soler et al., 1989) como también a nivel particular en áreas de Ciencias, Matemáticas y Física (Narváez, 2011; Sánchez, Pulgar, & Ramírez, 2015; Rupérez et al., 1986; Pérez, 2014; Narváez, 2011; Díaz, 2012) correlacionado significativamente. Asumiendo así, la gran importancia que tiene el razonamiento científico en el aprendizaje. Acentuando la idea piagetiana que la maduración cognitiva va de la mano con el dominio de los conocimientos (Narváez, 2011). Sin embargo, hay que reconocer una gran gama de elementos que pueden llegar a estar involucrados a los factores de riesgo asociados a bajos rendimientos escolar estudiados como; Baja educación de los padres, familias incompletas y monoparentales, el sexo, la edad (influencia de iguales), características de la Institución y los docentes, ausentismo escolar, problemas disciplinarios, maltrato y las constancia en enfermarse el estudiante (Enríquez , Segura , & Tovar , 2013) , ahora bien, debemos tener en cuenta que los factores de riesgos mencionados hasta el momento son solo de índole psicopedagógico, socioeconómicos y socioculturales. Cabe señalar otros factores de riesgo como los psicológicos, encontrando principalmente la inteligencia, medidas por diversas prueba psicométricas, encontrado correlaciones significativamente altas entre el rendimiento académico, nivel de inteligencia emocional (Rodas & Santa cruz, 2015) y nivel de coeficiente intelectual (Moreno del Río, 2014). En definitiva, tratar de delimitar el rendimiento académico a solo un factor es una tarea demasiado compleja, ya que esta es una consecuencia tanto de factores psicológicos (inteligencia, personalidad), como pedagógica (motivación) y socioculturales u socioeconómicos (contexto) (Moreno del Río, 2014).

El rendimiento académico no se puede delimitar a un factor como se dijo anteriormente, pero si es valioso caracterizar todos los posibles componentes que perturben al aprendizaje y se reflejen en promedios académicos bajos, como los causados por el oligoelemento(flúor), factor encontrado en este estudio, es importante mencionar que se ha encontrado mayores incidencias del flúor en etapas de gestación y lactancia, el cual establece que exposiciones bajas y altas de flúor afecta al sistema nervioso central, particularmente la memoria en niños (Bartos et al., 2018), Disminuyendo

de la fluidez de la membrana sináptica y el nivel de expresión del PSD-95 (proteína) (Zhu, Zhang, & Zhang, 2011). Llevando a investigadores como Olivia (2015) aseverar que las exposiciones intrauterinas de flúor puede llegar a afectar negativamente al sistema nervioso central, manifestándose luego en etapa escolar como bajos rendimiento académico y problemas de aprendizaje, conforme se vio reflejado en esta investigación, con el resultado de una posible afectación al rendimiento académico general, significativo moderada negativa de -0,438, en resumen, a menor promedio académico mayor serán los niveles de flúor excretados por los estudiantes, atribuyendo al elemento química con una posible afectación al rendimiento académico por regresión lineal de 19,2%. También se encontró, con respecto al grupo control que las mujeres que excretan niveles mayores del ion (F^-), tienen un rendimiento académico menor que el de varones, caso contrario ocurrió para el grupo experimental donde las mujeres obtuvieron un nivel de excreción de flúor menor que el de los hombres y, en consecuencia, obtuvieron un mejor rendimiento escolar. Estos resultados ponen en tela de juicio el papel del flúor en el aprendizaje, no obstante, se deben hacer investigaciones más específicas, experimentales y de casos puntuales para avalar estos resultados.

9. Conclusiones

Se determinó que los niveles de flúor en agua para el grupo control (Caguan) se encontraron en un promedio de $0,69 \pm 0,01$ ppm (F^-), el cual está dentro de los niveles aceptables según lo establecido por la normatividad colombiana.

Se logró establecer que los niveles de flúor en orina para el grupo experimental de la vereda el Juncal están en un promedio de $3,49 \pm 2,78$ ppm (F^-), en comparación a los niveles de flúor excretados en orina con un promedio de $2,20 \pm 0,96$ ppm (F^-), donde se infiere presencia de altos niveles del ion fluoruro para la muestra de la vereda el Juncal del municipio de Palermo- Huila.

Se logró concretar una correlación baja positiva de 0,034 con un P-valor de 0,006, en relación a la excreción de flúor y la edad (mayor edad, mayor nivel de flúor excretado), de los estudiantes del grupo experimental de la Vereda el Juncal del municipio de Palermo-Huila.

Se halló una correlación negativa moderada de -0,438 en relación a los niveles de ion fluoruro (F^-) y el promedio académico, con una posible afectación del 19,2% que puede ejercer el flúor al rendimiento académico, de manera que a mayores niveles de concentración del Ion fluoruro (F^-), menor será el promedio académico de los estudiantes de la vereda el Juncal.

Se determinó una correlación positiva baja de 0,348 entre el número de respuestas correctas obtenidas por los estudiantes en el Test de Lawson y la edad, donde a mayor edad, mayor será el número de respuestas correctas que obtienen los estudiantes.

Se halló una correlación moderada negativa de -0,445 entre el rendimiento académico y la edad de los estudiantes, es decir, a mayor edad menos serán el rendimiento académico de los estudiantes de la Institución educativa el Juncal.

Se logró establecer a través de una regresión lineal entre el grupo control (Caguan) y el grupo experimental (Juncal) el cual supone una posible afectación del 5% de tal forma que a mayor nivel de concentración de flúor excretado menor será el promedio académico de los estudiantes.

Se determinó que todos los estudiantes de la investigación tanto el grupo control del Corregimiento el Caguán como el grupo experimental de la Vereda el Juncal se encuentran en un Desarrollo Cognitivo Concreto.

10.Recomendaciones

Dentro de la investigación no se tuvieron en cuenta algunas consideraciones al tratar de establecer factores que pueden causar un déficit en desarrollo cognitivo y en el rendimiento académico, por tanto, es recomendable estudiar factores propios de los estudiantes como; motivación, nivel de educación en los padres, estrategias de aprendizaje de los maestros y materiales con los que cuenta las instituciones para favorecer el aprendizaje

También se recomienda, estudios más detallados y de casos puntuales en donde se revise la alimentación, la ingesta de crema dental, suplementos fluorados y la nutrición de los estudiantes, ya que este puede ser un factor de beneficio o desventaja en el análisis del nivel de flúor. Además de la recolección de una muestra de orina durante 24 horas, ya que los valores de nivel de flúor pueden variar a diferentes horas del día y hasta en épocas de años.

En cuanto al Test de Lawson, se aprecia que no genera sesgos a nivel cultural, sin embargo, es un Test con un nivel de dificultad considerable para los estudiantes de primaria y secundaria, por ello se requiere buscar o crear otros test que posicione mejor a los estudiantes en los estadios de desarrollo y muestre las habilidades cognitivas de manera precisa para una mejor clasificación.

11. Referencias

- Cui, L., Fang, K., Cai, T., Wang, J., Yang, L., Han, J., . . . Luo, Y. (2008). *Learning of Content Knowledge and Development of Scientific Reasoning Ability: A Cross Culture Comparison*. Cornell University Library.
- Agencia de Noticias UN. (11 de Noviembre de 2015). Colombia consume hasta seis veces más flúor del recomendado. *Aunque por ley (Decreto 547 de 1996), la sal en nuestro país debe llevar un contenido de yodo y de flúor, el alto consumo de este último mineral puede generar fluorosis dental y esquelética*. Obtenido de <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/colombia-consume-hasta-seis-veces-mas-fluor-del-recomendado.html>
- Aguas del Huila . (s.f.). *Veredas del Departamento del Huila* . Obtenido de DSR: Sistema de Información del Diagnóstico Sanitario Rural : <https://dsr.aguasdelhuila.gov.co/?p=/Reporte&ID=e713aa94-f1b1-417f-a0dc-9feb486ee3b4>
- Alcaldia de Neiva. (s.f). *Diagnostico POT*. Obtenido de Plan de Ordenamiento Territorial: <http://alcaldianeiva.gov.co/Gestion/PlaneacionGestionControl/Documento%20diagnostico%20POT%20definitivo.pdf>
- Aliota, P., Celis, M., Juarez, D., Merli, G., Ricciuti, N., Salinas, N., . . . Suquele, C. (2008). *Potabilización de Aguas Subterráneas: Remoción De Flúor*. (E. d.-U. ., Ed.) Obtenido de http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/Agua-potab_remoc_fluor.pdf
- Almeida, L., Guisande, A., Primi, R., & Lemos, G. (Noviembre de 2008). Contribuciones del factor general y de los factores específicos en la relación entre inteligencia y rendimiento escolar. *European Journal of Education and Psychology*, 1(3), 5-16. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1293/129318720001.pdf>
- Álvarez, J. (Marzo de 2010). La evaluación psicopedagógica. *Temas para la educación*(7), 8. Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6959.pdf>
- Alvarez, T., Hector, E., Noreña, A., & Henao, S. (1978). Dosificación del fluor en la orina de los anestesiólogos que laboran en Medellín Antioquia - Colombia 1974 - 1975. *Revista colombiana de Anestesiólogos*, 35-51.
- Alzate, F., Serrano, L., Cortes, L., Ariel, E., & Rodríguez, M. (2016). Cronología y secuencia de erupción en el primer. *CES Odont*, 29(1), 57-69. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ceso/v29n1/v29n1a07.pdf>
- American Psychological Association. (2010). *APA. Diccionario conciso de psicología*. México: El Manual Moderno. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=GIX7CAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=apa+diccionario+conciso+de+psicolog%C3%ADa&ots=iAdyFR4JU&sig=u5m10CACiLz3fsawHPvEF-H0cM#v=onepage&q=apa%20diccionario%20conciso%20de%20psicolog%C3%ADa&f=false>

- Aragón S, M., & Rodríguez R., M. (2017). *Coeficiente Intelectual Límite y promedio en relación con el Desarrollo Neuropsicológico de las Funciones ejecutivas y la conducta adaptativa*. Universidad de la Costa., Barranquilla.
- Arango , C., & Pimienta , H. (2004). El cerebro: de la Estructura y la Función a la Psicopatología Primer Parte: Bloques Funcionales. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIII(1), 105-125. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80615415007>
- Arango , S. (2011). Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(1), 75-82. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/120/12023071009.pdf>
- Arias, W., Quispe, A., & Ceballos , K. (2016). Estructura familiar y nivel de logro en niños y niñas de escuelas públicas de Arequipa. *Perspectiva de Familia*, 1, 35-62. Obtenido de <http://ucsp.edu.pe/imf/wp-content/uploads/2016/10/3.-Estructura-familiar-y-logro-de-aprendizaje.pdf>
- Bao, L., Fang, K., Cai, T., Wang, J., Yang, L., Cui, L., . . . Luo, Y. (13 de Julio de 2008). *Learning of Content Knowledge and Development of Scientific Reasoning Ability: A Cross Culture Comparison*. doi:10.1119 / 1.2976334
- Barrón, I. (2015). Diferencias en la Exposición en Adolescentes de 12 años de Edad en las Comunidades de Valparaíso y Concepción. (*Tesis Pregrados*). Universidad de Chile, Chile.
- Bartos, M., Gumilar, F., Gallegos, C., Bras, C., Dominguez, S., Mónaco, N., . . . Minetti, A. (2018). alterations in the memory of rat offspring exposed to low levels of fluoride during gestation and lactation: involvement of the $\alpha 7$ nicotinic receptor and oxidative stress. *Reproductive Toxicology*, 81, 108-114. doi:10.1016/j.reprotox.2018.07.078
- Beltran, N., Marin, S., Ramirez, R., & Villalva, P. (2018). *Concentraciones de fluoruro en aguas de consumo humano del unicipio de Puerto Lopez Meta 2017*. Villavicencio.
- Boischio, A. (s.f.). *Organizacion Panamericana de la Salud* . Obtenido de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193:2013-fluor-agua-consumo&Itemid=39798&lang=es
- Bruna, F. (2015). Determinar si existe diferencias entre la concentración de fluoruros en la orina matinales con el volumen de 24 horas en adolescentes. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de Chile, Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131872/Determinar-si-existen-diferencias-entre-la-concentraci%C3%B3n-de-fluoruros-en-la-orina-matinal-con-el-volumen-de-24-horas-en-adolescentes.pdf?sequence=1>
- Brunatti, C., & De Napoli, H. (2008). *Métodos Potenciométricos*. Obtenido de Universidad de Buenos Aires: <http://materias.fi.uba.ar/6305/download/Metodos%20Potenciometricos.pdf>
- Calvo , G. (2013). *UNESCO; Organización de las Naciones Unidas Para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Obtenido de La importancia de la equidad de género en los logros de aprendizaje.: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Gloria-Calvo-UNA-Colombia.pdf>

- Camargo, L., & Twiggy, I. (2017). Acceso equitativo al razonamiento científico mediante la tecnología. *Revista colombiana de Educación*(73), 177-209.
- Castillo, N. (2012). *Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá, Centro de Formación Virtual*. Obtenido de Desarrollo de Habilidades de Razonamiento Deductivo: <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/67458.pdf>
- Centro de Psicoterapia Cognitiva . (2015). *Teoría del desarrollo cognitivo de Piaget*. Obtenido de Naturaleza de la Inteligencia: Inteligencia Operativa y Figurativa: <http://www.terapia-cognitiva.mx/wp-content/uploads/2015/11/Teoria-Del-Desarrollo-Cognitivo-de-Piaget.pdf>
- Cervini, R., Dari, N., & Silva , Q. (2015). Género y rendimiento escolar en América Latina. Los datos del SERCE en matemática y lectura. *Revista Ibero-americana de Educação*, 68, 99-116. Obtenido de file:///C:/Users/Brenda/Downloads/rie68a05%20(1).pdf
- Chen, Y., Yan, W., & Hui, X. U. (2017). Treatment and Prevention of Skeletal Fluorosis. *Biomed Environ Sci*, 30(2), 147-149. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895398817300454>
- Choi, A., Zhang, Y., Sun, G., Bellinger, D., Wang, K., Jing, X., . . . Grandjean, P. (2015). Association of lifetime exposure to fluoride and cognitive functions in Chinese children: A pilot study. *Neurotoxicology and teratology*, 47, 96-101. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892036214001809>
- Choi, A., Zhangb,, Y., Sun, G., Bellinger, D., Wang, K., Yang, X., . . . Grandjean, P. (2014). Association of lifetime exposure to fluoride and cognitive functions in. *Neurotoxicology and Teratology*, 892-362.
- Connett, M., & Tara, B. (11 de septiembre de 2016). *FLUORIDEALERT.ORG*. Obtenido de <http://fluoridealert.org/studies/brain01/>
- Consejo de Neiva. (4 de Septiembre de 2009). Acuerdo N° 026 De 2009. *Por Medio Del Cual Se Revisa Y Ajusta El Acuerdo Numero 016 De 2000 Que Adopta El Plan De Ordenamiento Territorial De Neiva*. Neiva, Colombia. Obtenido de https://camacol.co/sites/default/files/POT%20NEIVA_0.pdf
- Cortés , I., & Tlaseca, M. (2004). *Monografía Jean Piaget*. México: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://200.23.113.51/pdf/20485.pdf>
- Davis , P. (2014). *Cognición y Aprendizaje, Reseña de Investigaciones Realizadas Entre Grupos Etnolingüísticos Minoritarios*. Digital resources. Obtenido de https://www.sil.org/system/files/reapdata/73/80/82/73808248533484811247988343822622019784/e_Book_50_Davis_Cognicion_y_Aprendizaje.pdf
- Díaz, H. (2012). Estudio comparativo entre el aprendizaje colaborativo y el tradicional en la enseñanza de los conceptos de calor y temperatura a nivel medio superior. (*tesis Licenciatura*). Instituto Politécnico Nacional, México. Obtenido de http://www.cicata.ipn.mx/OfertaEducativa/MFE/Estudiantes/Documents/Hector_Diaz_2012_MCFE.pdf

- Ding, L., Wei, X., & Molloyhan, K. (Mayo de 2016). Does Higher Education Improve Student Scientific Reasoning Skills? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(4), 619-634. doi:10.1007/s10763-014-9597-y
- Ding, Y., Gao, Y., Sun, H., Han, H., Wang, W., Ji, X., . . . Sun, D. (2011). The relationships between low levels of urine fluoride on children's intelligence, dental fluorosis in endemic fluorosis areas in Hulunbuir, Inner Mongolia, China. *Journal of hazardous materials*, 186(2-3), 1942-1946.
- Ding, Y., YanhuiGao, Sun, H., Han, H., Wang, W., Ji, X., . . . Sun, D. (25 de Diciembre de 2011). The relationships between low levels of urine fluoride on children's intelligence, dental fluorosis in endemic fluorosis areas in Hulunbuir, Inner Mongolia, China. *Journal of Hazardous Materials*, 1942-1946. doi:10.1016/j.jhazmat.2010.12.097
- Eaton, A., Clesceri, L., Greenberg, A., & Franson, M. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (Vol. 21). Washington D.C: American public health association.
- Edel, R. (2003). El Rendimiento Académico: Concepto, Investigación y Desarrollo. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/551/55110208.pdf>
- Engelmann, k., Neuhaus, B., & Fischer, F. (12 de Octubre de 2016). Fostering scientific reasoning in education – metaanalytic evidence from intervention studies. *Educational Research and Evaluation*, 333-349. doi:10.1080/13803611.2016.1240089
- Enríquez, C., Segura, Á., & Tovar, J. (2013). Factores de riesgo asociados a bajo rendimiento académico en escolares de Bogotá. *Investigaciones Andina*, 15(26), 645-666. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2390/239026287004.pdf>
- EPA. (Diciembre de 2010). *Fluoride: Dose-response analysis for non-cancer effects*. Obtenido de U.s.Environmental Protection Agency: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P100N4S8.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2006%20Thru%202010&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQField>
- Ferrándiz, C., Bermejo, R., Sainz, M., Ferrando, M., & Prieto, M. (Diciembre de 2008). Estudio del razonamiento lógico-matemático desde el modelo de las inteligencias múltiples. *Anales de Psicología*, 24(2), 213-222.
- Flórez, R., Castro, J., Arias, N., Gómez, D., Galvis, D., Acuña, L., . . . Rojas, L. (2016). *Aprendizaje, cognición y mediaciones en la escuela; Una mirada desde la investigación en instituciones educativas del Distrito Capital*. Bogotá: IDEP. Obtenido de http://www.idep.edu.co/sites/default/files/libros/Aprendizaje_y_cognicion_IDEP.pdf
- Fonseca, G., Rodríguez, L., & Parra, J. (2016). Relación entre funciones ejecutivas y rendimiento académico por asignaturas en escolares de 6 a 12 años. *Hacia la promoción de la salud*, 21(2), 41-58. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-75772016000200004&script=sci_abstract&tling=pt

- García , F. (2006). Eliminación renal de flúor tras la aplicación de productos tópicos fluorados utilizados en la prevención de caries dental en el niño. (*Tesis doctoral*). Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- García, C., & Gutierrez de Olaya , G. (1993). Estudio correlacional entre nivel de pensamiento y rendimiento académico en estudiantes de secundaria jornada de la mañana de cuatro colegios en Ibagué y Neiva. (*tesis de Licenciatura*). Universidad Surcolombia, Neiva.
- Giroux, S., & Tremblay, G. (2014). *Metodología de las ciencias humanas: la investigación en acción*. Obtenido de Fondo de Cultura Económica:
<https://imas2010.files.wordpress.com/2010/06/metodologia-de-las-cchh-s-giroux-g-tremblay.pdf>
- Gobernación del Huila - CAM. (Noviembre de 2012). *Reformulación plan básico de ordenamiento territorial - PBOT*. Obtenido de Base cartográfica IGAC - EOT palermo:
<https://www.cam.gov.co/component/.../250-cartografía.html?...centro-poblado-juncal>
- Gomez , S. (2012). *Evaluación Psicopedagógica*. México : Red Tercer Milenio S.C. Obtenido de
http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Educacion/Evaluacion_psicopedagogica.pdf
- Gómez, G., Gómez , D., & Martín , M. (Mayo de 2002). *Flúor y fluorosis dental. Pautas para el consumo de dentífricos y aguas de bebida en Canarias*. Obtenido de Dirección General de Salud Pública del Servicio Canario de la Salud:
<https://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/c7371f7e-3ed8-11de-ac1c-2ff2cc426c4d/FluoryFluorosisWeb.pdf>
- González , M. (2011). Epistemología, Razonamiento y Cognición en el Debate Historiográfico Constructivista vs. Reconstructivismo. *Universitas Philosophica*, 28(57), 163-187. Obtenido de
<http://www.scielo.org.co/pdf/unph/v28n57/v28n57a07.pdf>
- González, F. (2007). *Instrumento de Evaluación Psicológica*. Habana, Cuba: Ciencias Medicas . Obtenido de http://newpsi.bvs-psi.org.br/ebooks2010/en/Acervo_files/InstrumentosEvaluacionPsicologica.pdf
- González, S., Fernández, F., & Enrique, J. (2016). Memoria de Trabajo y Aprendizaje: Implicaciones para la Educación . *Implicaciones para la educación. Saber, ciencia y libertad*, 11(2), 147-162. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5880876.pdf>
- Guerrero , P. (2010). *CIDEM Santiago de Chile*. Obtenido de Escuela y género: Una revisión de las prácticas discriminadoras de las mujeres en contexto escolar:
<http://www.biblioteca.org.ar/libros/ge-esc.pdf>
- Gutiérrez , F. (2005). *Teorías del Desarrollo Cognitivo*. Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U. Obtenido de <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/teorias-del-desarrollo-cognitivo.pdf>
- Hanna Instruments. (2012). *Manual de Instrucciones HI 4010 HI 4110, Electrodo de Ion Selectivo de Fluoruro* . Obtenido de Hanna Chile:

- <http://cdn.hannachile.com/hannacdn/support/manual/2012/10/20140717165639-manual-hi-4010-hi-4110.pdf>
- Hanna Instruments. (s.f). *Medidor de Fluoruro*. Obtenido de Hanna Chile:
<https://www.hannachile.com/productos/producto/hi-98402-medidor-de-fluoruro>
- Haro, M., & Mendez, A. (2010). El Desarrollo De Los Procesos Cognitivos Basicos En Las Estudiantes Del Colegio Nacional Ibarra Seccion Diurna De Los Segundos Y Terceros Años De Bachillerato. (*Tesis Licenciatura*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2026/2/TESIS%20DESARROLLO%20DE%20OS%20PROCESOS%20COGNITIVOS%20B%C3%81SICOS.pdf>
- Hernández, J., Velázquez, I., Ledesma, C., Ureña, J., Jiménez, M., & Foullon, A. (Noviembre de 1998). Concentración de flúor en la orina de niños radicados en la Ciudad de México. *Pediatría*, 65(6), 236-241. Obtenido de <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-1998/sp986c.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. 6). México: Mc Graw Hill. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hernández, S., & Fabiano, S. (2010). *Electroanálisis Potenciometría*. Obtenido de Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad del Litoral: http://www.fbc.unl.edu.ar/catedras/analitica/doc/Tema_8_Potenciometria.pdf
- Horsella, M., & Allendes, N. (1996). Argumentación y Razonamiento en la Ciencia Cognitiva. *Lenguas Modernas*, 23, 5-24. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140052/Argumentacion-y-razonamiento-en-la-ciencia-cognitiva.pdf;sequence=1>
- Institución Educativa el Juncal. (12 de Julio de 2016). *Institución Educativa el Juncal*. Obtenido de I.E.Juncal Palermo-Huila: <http://ieeljuncalpalermohuila.blogspot.com>
- Knapp, R. H. (1986). *Orientación escolar*. Madrid: Ediciones Morata, S.A.
- Kohan, N. (2002). Importancia de la investigación psicométrica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 34(3), 229-240. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80534303>
- Kohler, J. (2013). Rendimiento académico, habilidades intelectuales y estrategias de aprendizaje en universitarios de lima. *Liberabit*, 19(2), 277-288.
- La Nación. (04 de Octubre de 2015). *Extraño Caso de Fluorosis en el Juncal*. Obtenido de Periodico La Nación : <http://www.lanacion.com.co/2015/10/04/extrano-caso-de-fluorosis-en-el-juncal/>
- Lawson, A., Clark, B., Cramer, E., Falconer, K., Sequist, J., & Kwon, Y. (2000). Development of Scientific Reasoning in College Biology: Do Two Levels of General Hypothesis-Testing Skills Exist? *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 37(1), 81-101.
- Leiva, C. (2005). Conductismo, cognitivismo y aprendizaje. *Tecnología en Marcha*, 18(1), 66-73. Obtenido de http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/442/370

- Linares, A. (2009). *Desarrollo Cognitivo: Las Teorías de Piaget y de Vigotsky*. Obtenido de Paidopsiquiatria: http://www.paidopsiquiatria.cat/files/teorias_desarrollo_cognitivo.pdf
- Liu, F., Ma, J., Zhang, H., Liu, P., Liu, Y.-P., Xing, B., & Dang, Y.-H. (2014). Fluoride exposure during development affects both cognition and emotion in mice. *Physiology & Behavior*, 1-7. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031938413003557?via%3Dihub>
- Llaneza, D. F. (2007borrar). *Instrumentos de evaluación Psicológicas*. Habana: Ciencias Medicas.
- López, D., Estrada, J., Zapata, J., & Franco, Á. (2008). Contenido de flúor en bebidas de consumo frecuente por niños en edad de riesgo de fluorosis dental. medellín, 2006. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 19(2), 54-59.
- Lupón, M., Torrents, A., & Quevedo, L. (2012). *Tema 4. procesos cognitivos básicos*. Obtenido de Universidad Politécnica de Catalunya: https://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=370508/2012/1/54662/tema_4.__procesos_cognitivos_basicos-5313.pdf
- Macías, D., Bernal, R., & De Armas Costas, R. (2018). La teoría de los conjuntos-T y la prueba PISA. *Góndola, Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias*, 13(1), 133. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/11454>
- Martelo, O., & Arevalo, J. (2017). Funcionamiento cognitivo y estados emocionales de un grupo de niños y adolescentes con bajo rendimiento académico. . *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 13-22.
- Melendez, K. J., & Losada, L. C. (2017). Calculo de la Ingesta Diaria de Fluor en el Agua Potable, Determinada a Partir de la Ingesta de Agua Calculada del Centro Poblado el Juncal, Municipio de Palermo Departamento del Huila. En *Investigación Formativa en Ingeniería* (págs. 59-70). Colombia: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. doi:ISBN:978-958-59127-6-2
- Mendoza, J., Diaz, M., & Silva, C. (Septiembre de 2018). Strengthening of Reasoning Levels in Higher Education Students through the Use of Learning Strategies (Problem-Based Learning and Collaborative Learning) Using ICT's. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 16(45), 477-502. Obtenido de [https://eric.ed.gov/?q=Strengthening+of+Reasoning+Levels+in+Higher+Education+Students+through+the+Use+of+Learning+Strategies+\(Problem-Based+Learning+and+Collaborative+&id=EJ1191017](https://eric.ed.gov/?q=Strengthening+of+Reasoning+Levels+in+Higher+Education+Students+through+the+Use+of+Learning+Strategies+(Problem-Based+Learning+and+Collaborative+&id=EJ1191017)
- Menéndez, R. (2013). El razonamiento lógico en neuropsicología clínica: observaciones en un caso de traumatismo craneoencefálico. *Eikasia: revista de filosofía*(53), 249-262. Obtenido de <http://www.revistadefilosofia.org/53-14.pdf>
- Mikulic, I. (2008). *La Evaluación psicologica y el analisis ecoevaluativo* . Obtenido de Universidad de Buenos Aires: http://23118.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/informacion_adicional/obligatorias/059_psicometricas1/tecnicas_psicometricas/archivos/f1.pdf

- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Colombia: qué y cómo mejorar a partir de la prueba PISA*. Obtenido de Altablero: Periódico de un país que educa y que se educa : <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-162392.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (6 de mayo de 2016). Por el cual se adopta e incorpora el manual de funciones, requisitos y competencias para los cargos de directivos docentes y docentes del sistema especial de carrera docente y se dictan otras disposiciones. Colombia.
- Ministerio de la protección social ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (22 de Junio de 2007). Resolución Número 2115. *Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. Colombia .
- Ministerio de Salud. (21 de Agosto de 1984). Decreto 2024 de 1984. *Por el cual se determinan las normas sobre yodización y fluoruración de la sal para consumo humano y se reglamenta el control de su empaque*. Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (Febrero de 2016). *Documento tecnico perspectiva del uso del fluor vs caries y fluorosis dental en colombia*. Obtenido de Biblioteca Digital: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/Bibliotecadigital/RIDE//VS/PP/ENT/perspectiva-uso-fluor.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). Foro evaluación y perspectiva del uso de flúor, en programas de salud pública, para el control de caries dental y el control de intoxicación crónica, como insumo para la formulación de política pública en Colombia. (pág. 128). Bogotá: Organización Panamericana de la Salud. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/relatoria-foro-fluor.pdf>
- Misnaza, S., & Tovar, S. (2017). *Áreas de riesgo por exposición a flúor, Colombia 2012 – 2015*. IQEN: Informe Quincenal Epidemiológico Nacional. Bogotá D.C.: Ministro de Salud y Protección Social. Obtenido de <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/IQEN/IQEN%20vol%2022%202017%20num%2015.pdf>
- Molina , L., & Rada , K. (2013). Relación entre el nivel de pensamiento formal y el rendimiento académico en matemáticas. *Zona próxima: revista del Instituto de Estudios Superiores en Educación*(19), 63-72. Obtenido de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/rt/prINTERfriendly/4852/214421442317>
- Montaña , M. (2008). *Guía de fluorosis dental. Normas técnicas de la fluorosis dental*. Obtenido de Gobernación del Huila: http://huila.gov.co/documentos/G/guia_fluorosis_dental_huila.pdf
- Moreno del Río, C. (2014). El rendimiento académico, ¿cuestión de Inteligencia o de hábitos de estudio? (*Tesis Psicología*). Universidad de Sevilla, Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/41751/TFG%20Moreno%20del%20R%C3%ADo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mullenix, P., Desbesten, P., Schunior, A., & Kernans, W. (1995). Neurotoxicity of Sodium Fluoride in Rats. *Neurotoxicology and Teratology*, 17(2), 169-177. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7760776>
- Narváez, J. (2011). Efecto del Razonamiento Científico y su Influencia en el Aprovechamiento de los Alumnos de Nivel Secundaria en el Área de Ciencias. (*Tesis Maestría*). Tecnológica de Monterrey, Escuela de Graduados en Educación, Monterrey.
- Niu, R., Chen, H., Manthari, R., Sun, Z., Wang, J., Zhang, J., & Wang, J. (Marzo de 2017). Effects of fluoride on synapse morphology and myelin damage in mouse hippocampus. *Chemosphere*, 194, 628-633. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653517319884?via%3Dihub>
- Niu, R., Xue, X., Zhao, Y., Sun, Z., Yan, X., Li, X., . . . Wang, J. (Noviembre de 2015). Effects of fluoride on microtubule ultrastructure and expression of Tuba1a and Tubb2a in mouse hippocampus. *Chemosphere*, 139, 422-427.
- Olivia, D. (2005). Efectos Sobre el Sistema Nervioso Central por la Exposición Simultánea a Flúor y Arsénico. (*Tesis Maestría*). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, México. Obtenido de <http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/1815/3/MCA1ESS00501.pdf>
- Ormrod, J. (2005). *Aprendizaje Humano*. Madrid: Pearson, Prentice Hall.
- Ormrod, J. (2005). *Aprendizaje Humano*. España: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Ossa, C., Palma, M., Lagos, N., & Díaz, C. (2018). Evaluación del pensamiento crítico y científico en estudiantes de pedagogía de una universidad chilena. *Revista Electrónica Educare*, 22(2), 204-221. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/1941/194156028012/html/index.html>
- Pantoja, M., Duque, L., & Correa, J. (Junio de 2013). Modelos de estilos de aprendizaje: una actualización para su revisión y análisis. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*(64), 79-105. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4136/413634076004.pdf>
- Pardo, A., & Oleo, J. (1993). Desarrollo cognitivo-motivación y rendimiento académico en segunda etapa del EGB y BUP. *Estudios de Psicología*, 14(49), 21-32. Obtenido de [file:///C:/Users/Brenda/Downloads/Dialnet-DesarrolloCognitivomotivacionalYRendimientoAcademi-66107%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Brenda/Downloads/Dialnet-DesarrolloCognitivomotivacionalYRendimientoAcademi-66107%20(1).pdf)
- Payer, M. (2015). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky en comparación con la teoría Jean Piaget.: <http://www.proglocode.unam.mx/system/files/TEORIA%20DEL%20CONSTRUCTIVISMO%20SOCIAL%20DE%20LEV%20VYGOTSKY%20EN%20COMPARACI%C3%93N%20CON%20LA%20TEORIA%20JEAN%20PIAGET.pdf>
- Peña, J. (1993). Comprensión y razonamiento: el enfoque cognitivo. *Ideas y Valores*, 42(90-91), 75-106.
- Pérez, I., & Vaquerano, L. (2010). Efecto del consumo crónico de agua hiperfluorada sobre el coeficiente intelectual en niños de 5 a 9 años de edad. (*Tesis Doctoral*). Universidad "DR. José Matías Delgado", El Salvador. Obtenido de <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/73/1/ADTESPE0001247.PDF>

- Pérez, A. (2014). Estudio de la correlación entre el nivel de razonamiento científico y el nivel de abstracción en el modelo situacional. (*Tesis Licenciatura*). Benemérita Universidad Autónoma, Zaragoza. Obtenido de <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/fisica/2014/PerezCastroAnaLaura.pdf>
- Pérez, A. (s.f.). Estudio de la correlación entre el nivel de razonamiento científico y el nivel de abstracción en el modelo situacional. (*Tesis de Pregrado*). Benemérita Universidad autónoma de Puebla, Puebla.
- Pérez, V. (2002). Reflexiones psicopedagógicas Sobre la Inteligencia. *Revista de Educación*, 25, 77-86.
- Picquart, O., & Sosa, R. (2010). Razonamiento científico e ideas previas en alumnos de ciencias básicas de la UAM-Iztapalapa. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(1), 77-86. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3700627>
- Pizón, A. (2010). Comparación del Aprendizaje, la Actitud y el Razonamiento Científico en la Enseñanza de la Química a Distancia y la Enseñanza Tradicional. (*Tesis de Maestría*). Tecnológica de Monterrey; Escuela de Graduados en Educación, Bogotá, Colombia . Obtenido de https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/570581/DocsTec_11530.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pizzo, M. (2006). *El desarrollo de los niños en edad escolar* . Obtenido de Facultad de Psicología : http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/obligatorias/053_ninez1/material/descargas/el_desarrollo_de_los_ninos_en_edad_escolar.pdf
- Polanco, R. (2011). *Fluor una sustancias de alto riesgo*.
- Posada, G., & Restrepo , A. (2017). Factores de riesgo ambientales y alimentarios para la fluorosis dental, Andes, Antioquia 2015. *Faculta Nacional de Salud Publica*, 35(1), 79-90.
- Pozos, J., & Retana, Ó. (2005). Concentración de flúor en jugos de frutas como factor de riesgo adicional a fluorosis dental. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 62(2), 70-72. Obtenido de <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2005/od052g.pdf>
- Restrepo , F. (1993). EL Nivel de Desarrollo Intelectual en Estudiantes que Ingresan a la Universida. *Revista de la Facultad de Ciencias*(3), 49-67. Obtenido de http://ciencias.medellin.unal.edu.co/revistas/facultad-de-ciencias/images/docs/1993abril/nivel_desarrollo_intelectual.pdf
- Rigalli, R., Brun, L., Di Loreto, V., & Pera, L. (2017). *Determinación de la Concentración de Flúor en Muestras Biológicas*. Universidad Nacional de Rosario, Rep Hip UNR; Aprendizaje e Investigación , Argentina . Obtenido de <https://rehip.unr.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/2133/6701/electrodo%20fluor%20final.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Rodas , J., & Santa Cruz, V. (2015). El Rendimiento Académico, Cociente Intelectual y los Niveles de Inteligencia Emocional. *Revista de Investigación y Cultura*, 4(2), 82-92. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5217/521751974010.pdf>

- Rodríguez, M., Mena, D., & Rubio, C. (24 de Noviembre de 2010). Razonamiento Científico y Conocimientos Conceptuales de Mecánica: Un Diagnóstico de Alumnos de Primer Ingreso a Licenciaturas en Ingeniería. *Formación Universitaria*, 3, 37-46. doi:10.4067/S0718-50062010000500006
- Ruiz, R. (2007). *Gestion de Conocimiento en Cuidado de Salud CIBERINDEX*. Obtenido de El Método Científico y sus Etapas: <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>
- Ruperez, F., Gomez, C., Calvo, I., Florez, R., & Gonzalez, J. (1986). Pensamiento formal y rendimiento en física. Análisis de la validez del test de Longeot por referencia a tests de rendimiento. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 4(1), 36-44. Obtenido de <https://studylib.es/doc/4586226/pensamiento-formal-y-rendimiento-en-fisica.-analisis-de-la>
- Ruperez, F., Palecios, C., Brincones, I., Florez, R., & Sanchez, J. (s.f.). Pensamiento formal y rendimiento en física. Análisis de la validez del test de Longeot por referencia a tests de rendimiento. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 4(1), 36-44.
- Salazar, A., García, L., Duarte, M., & Domínguez, E. (2014). desarrollo de la lógica algorítmica mediante el trabajo colaborativo y el uso de diagramas de flujo. In *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2014*. Barranquilla: Acofi. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.
- sánchez, I. (2016). Eficacia de un programa de intervencion bajo renovacion metodologica en fisica en las estrategias y tipo de aprendizaje. *Revista del CIDUI "Congré Internacional de Docência Universitária i Innovació"*(3), 1-12. Obtenido de <https://www.cidui.org/revistacidui/index.php/cidui/article/view/1001/967>
- Sánchez, I., Pulgar, J., & Ramírez, M. (2015). Estrategias Cognitivas de Aprendizaje Significativo en Estudiantes deTres Titulaciones de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío-Bío. *Paradigma*, 122-145.
- Sanz de Acedo Baquedano, M., & San de Acedo Lizarraga, M. (2006). *Razonamiento inductivo, inteligencia y aprendizaje*. (U. P. Publikoa, Ed.) Obtenido de HUARTE DE SAN JUAN. Psicología y Pedagogía N. 13 / Psikologia eta Pedagogia 13.Z. Pamplona: Universidad Pública de Navarra / Nafarroako Unibertsitate Publikoa.: https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/9456/HSJ_Ps_13_2006_Razonamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sarduy, Y. (2007). El análisis de información y las investigaciones. *Revista Cubana Salud Pública*, 33(2), 1-11. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v33n3/spu20307.pdf>
- Saxena, S., Sahay, A., & Goel, P. (2012). Effect of fluoride exposure on the intelligence of school children in Madhya Pradesh, India. *Journal of neurosciences in rural practice*, 3(2), 144-150.
- Schiefer, J., Oschatz, K., Golle, J., Trautwein, U., & maike, T. (2016). Scientific Reasoning in Elementary School Children: Assessment of the "Inquiry Cycle" and Relations to Cognitive Abilities. *American Educational Research Association*, 8-12. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?id=ED586829>
- Schunk, D. (1997). *Teorías del Aprendizaje* (Segunda ed.). México: Pearson. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2012/Teo-Aprá/>

- Schunk, D. (2012). *Teorías del Aprendizaje; Una Perspectiva Educativa* (Vol. Sexta Edición). México: Pearson Educación . Obtenido de <http://ciec.edu.co/wp-content/uploads/2017/06/Teorias-del-Aprendizaje-Dale-Schunk.pdf>
- Secretaría de Economía. (1982). *Análisis de aguas - determinación de fluoruros en aguas naturales, residuales y residuales tratadas (cancela a la nmx-aa-077-1982)*. Obtenido de Biblioteca Digital Semarnat: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD1/DO86.pdf>
- Semak, M., Dietz, R., Pearson, R., & Willis, C. (2013). Predicting FCI Gain With A Nonverbal Intelligence Test . *Physics Education Research Conference 2012*, 1513, págs. 378-381. Filadelfia. doi:10.1063/1.478931
- Seoane , J. (s.f.). *Ensayo: Inteligencia Artificial y Procesamiento de Información*. Obtenido de Fundación Juan March: <https://www.uv.es/seoane/publicaciones/Seoane%201979%20Inteligencia%20Artificial%20y%20Procesamiento%20de%20la%20Informacion.pdf>
- Silva , D. (2017). relación de la fluorosis dental y coeficiente intelectual en niños de la escuela de san gerardo – riobamba. (*Tesis Odontología*). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3501/1/UNACH-EC-FCS-ODT-2017-0016.pdf>
- Soler , J., & García de las Bayanas , A. (1990). Análisis de la relación que hay entre el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos y su rendimiento escolar. *Revista de educación*, 253-272. Obtenido de http://132.248.192.201/seccion/bd_iresie/iresie_busqueda.php?indice=autor&busqueda=SAUR A%20SOLER,%20JOSE%20PABLO&par=&a_inicial=&a_final=&sesion=&formato=
- Soler , S., Garcia de los Bayonas, J., Muñoz, A., & Kepler , J. (1989). Una aplicación de las SRTs (Scienced Reasoning Task): Análisis de la relación entre el nivel cognitivo y el rendimiento escolar en 8º de EGB. Enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 7(3), 247-250. Obtenido de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v7n3/02124521v7n3p247.pdf>
- Torres , F., & Pardo, J. (2015). Asociación entre la presencia de fluorosis dental y los niveles de coeficiente intelectual de niños escolares de cartagena. (*Tesis Odontológica*). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia . Obtenido de <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/4711/1/TESIS%20%20PRESENTACION%20FINAL.pdf>
- Torres, Á., Mora, E., Grazón, F., & Ceballos, N. (2013). Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas. un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.*, 14(1), 187-215.
- Torres, V., & Segrega , Y. (2011). *Los Derechos de Las Personas con Síndrome de Down*. Barranquilla, Colombia : Universidad del Norte. Obtenido de

- <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/1202/Sindrome%20Down.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR2PTjRoKc-zVxYo7Kd7OikVxHQgUPjQnc2jXXMqnxE40x8gSwqburnOgIE>
- Universidad Cardenal Herrera . (2013). *Estadística en Ciencias de la Salud*. Obtenido de Universidad de Valencia : <https://www.uv.es/~mamtnez/AECS.pdf>
- Universidad Nacional del Litoral. (2010). *Electroanálisis Potenciometría* . Obtenido de Cátedra de Química Analítica:
http://www.fbc.unl.edu.ar/catedras/analitica/doc/Tema_8_Potenciometria.pdf
- Universidad Nacional, Abierta y a Distancia. (2013). *Procesos psicológicos superiores*. Obtenido de Lecturas de Referencia :
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/90016/2013_2/Lecturas_de_referencia_Lecciones/Leccion_de_Reconocimiento_Unidad_2/procesos_psicologicos_superiores.html
- Urrea , H. (2010). El Dominio de los Hemisferios Cerebrales. *Revista Ciencia UNEMI*, 3(4), 8-15. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5210276>
- Valdez, L., López, O., Cervantes, M., Costilla, R., Calderón, J., Alcaraz, Y., & Rocha, D. (8 de Enero de 2017). In utero exposure to fluoride and cognitive development delay in infants. *NeuroToxicology*, 59, 65-70. doi: 10.1016 / j.neuro.2016.12.011.
- Valdez, L., Soria, C., Miranda , M., Gutiérrez, O., & Pérez, V. (20 de Enero de 2011). Efectos del flúor sobre el sistema nervioso central. *Neurología*, 20(5), 297-300. doi:10.1016/j.nrl.2010.10.008
- Vásquez, A., Ruiz, P., & Apud, I. (s.f.). *Introducción a la historia y a los métodos en psicología cognitiva*. Obtenido de Manual de Psicología Cognitiva:
<https://cognicion.psico.edu.uy/sites/cognicion.psico.edu.uy/files/Cap%C3%ADtulo%201.pdf>
- Waugh, D., Potter, W., Limeback, H., & Godfrey, M. (26 de Febrero de 2016). Risk Assessment of Fluoride Intake from Tea in the Republic of Ireland and its Implications for Public Health and Water Fluoridation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(3). doi:10.3390/ijerph13030259
- Wei, Y., Zeng, B., Zhang, H., Chen, C., Wu, Y., Wang, N., . . . Shen, L. (10 de Abril de 2018). Comparative proteomic analysis of fluoride treated rat. *Toxicol Lett*, 39-50. doi: 10.1016/j.toxlet.2018.04.006
- Zhu, W., Zhang, J., & Zhang, Z. (2011). Effects of Fluoride on Synaptic Membrane Fluidity. *Biological Trace Element Research*, 139, 197–203.
- Zuo, H., Chen, L., Kong, M., Qiu, L., Lü, P., Wu, P., . . . Chen, K. (1 de Febrero de 2018). Toxic effects of fluoride on organisms. *Life Sciences*, 198, 18-24. doi:10.1016/j.lfs.2018.02.001

12. Anexos

Anexo 1. Carta de permiso a la Institucion Educativa el Juncal (Palermo- Huila)

 UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA
NIT: 891180044-2

Neiva, 14 de junio del 2018

Doctor
CARLOS ALBEIRO CUESTA BALDRICH
Rector
Institución Educativa el Juncal
Palermo-Huila

Asunto: Solicitud de información

Cordial saludo doctor Carlo Albeiro Cuesta Baldrich

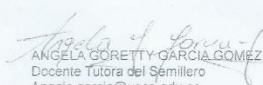
**INSTITUCION EDUCATIVA
EL JUNCAL
PALERMO - HUILA
Archivo y Correspondencia**

Radicación: 113.
Fecha: JUN 14 - 2018
Hora: 8:10 AM
Firma: [Firma]

Como es de su conocimiento, los estudiantes Mayerly Prado Perez y Brenda Dayhana Delgado Ruiz estudiantes de la universidad Surcolombiana pertenecientes al semillero Desarrollo Integral de Gestión Ambiental (D.I.G.A) adscrito a la facultad de ciencias exactas de la universidad Surcolombiana buscan dar continuidad al proyecto exploratorio que se ha venido desarrollando desde el año 2017 el cual se quiso correlacionar las posibles afectaciones que puede traer el consumo de aguas hiperfluoradas, donde se encontró que efectivamente los niños de la institución educativa poseían altos niveles de flúor en la orina, es por ello que se quiere seguir con el proyecto que tiene por título Afectaciones del nivel de pensamiento cognitivo en los estudiantes de la institución educativa el juncal debido al consumo de aguas hiperfluoradas en la vereda el Juncal del municipio de Palermo teniendo en cuenta el acuerdo número 062 del 2012 por el cual se reglamentan las modalidades de grado aprobadas por la facultad de educación, se escogió como modalidad de grado tesis, el cual fue presentada y aprobada por el consejo de currículo de la facultad. Por tal motivo se solicita de manera respetuosa que por intermedio suyo poder convocar a una reunión de padres de familia de los cursos de primero a once, en la fecha y en el horario que usted considere conveniente; con que el fin de socializar e informar sobre el proyecto a los padres de familia.

Agradecemos su atención y quedamos atentos a sus recomendaciones y recolección de la información solicitada.

Cordialmente,


ANGELA GORETTY GARCIA GOMEZ
Docente Tutora del Semillero
Angela.garcia@usco.edu.co

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a,
PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124
Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40
PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722
Vigilada Mineducación
www.usco.edu.co
Neiva, Huila

Gestión Participación y Resultados

Anexo 1. Carta de permiso a la Institucion Educativa el caguán (Neiva- Huila)

 UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA
NIT: 891180084-2



Neiva, 20 de septiembre del 2018

Doctor
Gloria María Vargas
Coordinadora
Sede primaria de la Institución Educativa el Caguán
Neiva-Huila

Asunto: Solicitud de permiso para realización de proyecto de investigación

Cordial saludo doctora Gloria María Vargas.

El semillero D.I.G.A (Desarrollo Integral de Gestión Ambiental) adscrito al grupo de investigación Ecología y conservación; de la Facultad de ciencias Exactas y Naturales bajo la tutoría de la docente Angela Goretty García Gómez junto con el Grupo de investigación Dneurosy adscrito a la facultada de ciencias sociales y humanas bajo la tutoría del docente Alfredis Gonzales Hernández del programa de psicología, pertenecientes a la universidad Surcolombiana, se encuentran desarrollando el estudio “**Afectaciones del nivel de pensamiento cognitivo en los estudiantes de la Institución Educativa el Juncal debido al consumo de aguas hiperfluorada en la vereda el Juncal del municipio de Palermo**”, puesto que diversos estudios a nivel internacional coinciden en la posibilidad de encontrar diversas afectaciones por contaminantes naturales como el Flúor, presente en el agua de consumo humano del Juncal, generando repercusiones en los niños y su buen desarrollo cognitivo, por lo dicho hasta aquí y en el marco de la responsabilidad social e investigativa de la universidad, se busca evidenciar las diferentes problemáticas que se pueden presentar en nuestra región.

Considerando que la Institución educativa el Caguán del corregimiento del Caguán de la ciudad de Neiva-Huila pertenece a la categoría C (clasificación realizada con base en los resultados de los estudiantes de los últimos 3 años por el ICFES) y que pertenece a una zona rural, se desea desarrollar, una prueba piloto como referente o grupo control del proyecto de investigación anteriormente mencionado, dado que esta institución cumple con similares características a las presentadas en la Institución Educativa el Juncal del corregimiento del Juncal de municipio de Palermo, reduciendo así el sesgo investigativo; teniendo en cuenta el acuerdo número 062 del 2012 por el cual se reglamentan las modalidades de grado aprobadas por la facultad de educación, se escogió como modalidad el proyecto de grado, el cual fue presentada y aprobada por el consejo de currículo del programa de Licenciatura en ciencias naturales Licenciatura en ciencias Naturales Física, Química y Biología, por las estudiantes Mayerly Prado Pérez y Brenda Dayhana Delgado Ruiz estudiantes de la universidad Surcolombiana pertenecientes al semillero D.I.G.A,

La Investigación planteada se realizará siguiendo un tipo de estudio cuantitativo y

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.
PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124
Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40
PBX: (57) (8) 8753686 Línea Gratuita Nacional: 018000968722
Vigilada Mineducación
www.usco.edu.co
Neiva, Huila

Gestión, Participación y Resultados

[Firma]
20-09-2018

Anexo 1. Carta de permiso a la Institucion Educativa el caguán (Neiva- Huila)



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

NT: 891180084-2

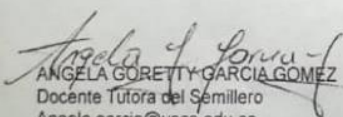


cualitativo; por lo que en ningún momento el estudiante será sometido(a) a intervención de ningún tipo. Se le realizará una toma de muestra de orina puntal, llevada acabo en la misma institución en el transcurso de la mañana, siendo las estudiantes quienes aporte la muestra de orina en un recipiente proporcionado por ellas, para posteriormente determinar los nivel de flúor excretado y la aplicación de un test denominado "Test de Lawson" que nos permitirá saber en que nivel de pensamiento cognitivo (de acuerdo a la clasificación de Piaget) que se encuentra los estudiantes por medio de variados experimentos y preguntas de respuesta múltiple que duran aproximadamente una hora, con un número reducido de estudiantes (5 estudiantes por grupo aproximadamente), solicitando así, un total de 40 estudiantes a nivel de primaria y secundaria para la realización inicial de estas pruebas; posteriormente se realizarán pruebas de determinación del coeficiente intelectual a cargo de los estudiantes de ultimos semestres de psicología, así como la realización de preguntas a los padres y educadores con el fin de identificar posibles determinantes que puedan estar incidiendo en el desarrollo cognitivo de los estudiantes que usted tiene a cargo.

Una vez finalizado este estudio, se realizará una retroalimentación de los resultados con los docentes, padres de familia, y administrativos de las dos instituciones, así como con funcionarios de secretaria de salud y educación departamental; puesto que, dependiendo de los resultados se espera que se tomen las medidas pertinentes para garantizar un correcto desarrollo de los niños de las dos instituciones educativas.

Agradezco de antemano toda su atención y colaboración con las estudiantes que oriento, y quedamos atentas a sus recomendaciones para poder recopilar la información antes mencionada, si desea mayor información sobre el proyecto puede escribirme al correo angela.garcia@usco.edu.co; o al número 3004663252.

Cordialmente,



ANGELA GORETTY GARCÍA GÓMEZ
Docente Tutora del Semillero
Angela.garcia@usco.edu.co

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.
PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124
Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40
PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722
Vigilada Mineducación
www.usco.edu.co
Neiva, Huila

Gestión, Participación y Resultados

Anexo 2. Encuesta Juncal

AFECTIONS DEL NIVEL DE DESARROLLO COGNITIVO EN LOS ESTUDIANTES DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EL JUNCAL DEBIDO AL CONSUMO DE AGUAS HIPERFLUORADAS EN LA VEREDA EL JUNCAL DEL MUNICIPIO DE PALERMO

Nombre del estudiante:

Grado que cursa:

Peso:

Edad del estudiante:

Marque con una x de la forma más honesta la información aportada, es de suma importancia para la veracidad de los resultados de esta investigación.

Cuanto tiempo llevas viviendo con tu familia en el juncal (Palermo - Huila)

Rta: _____

Consume usted y su familia el agua del acueducto.

Si

No

Cual _____

Sabe usted cual es el nivel de flúor que tiene el agua que consume en su hogar.

Si

¿Cual? _____

No

Hace usted algún tratamiento al agua que consume en su hogar

Si

No

Especifique cual _____

Lleva su hijo agua en un recipiente para el consumo durante la jornada estudiantil

Si

No

Tiene conocimiento de donde toma agua su hijo en la institución

De la llave

Compra bolsita o botella de agua

Otro, cual _____

Tiene su hijo alguna enfermedad dental

Si

¿Cuál? _____

No

Su hijo presenta alguna limitación que dificulte su aprendizaje

Si

¿Cuál? _____

No

¿Su hijo a tenido algún tipo de problema en los riñones?

Si

¿Cuál? _____

No

Su hijo a tenido antecedentes de las siguientes enfermedades

Traumatismo craneano (fractura)

Enfermedad neurológica

Hipoxia perinatal (falta de oxígeno al feto)

Anexo 3. Encuesta Juncal

AFECTIONS DEL NIVEL DE DESARROLLO COGNITIVO EN LOS ESTUDIANTES DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EL JUNCAL DEBIDO AL CONSUMO DE AGUAS HIPERFLUORADAS EN LA VEREDA EL JUNCAL DEL MUNICIPIO DE PALERMO

Nombre del estudiante:

Grado que cursa:

Peso:

Edad del estudiante:

Marque con una x de la forma más honesta la información aportada, es de suma importancia para la veracidad de los resultados de esta investigación.

Cuanto tiempo llevas viviendo con tu familia en el corregimiento el Caguan

Rta: _____

Tiene su hijo alguna enfermedad dental

Si

¿Cuál? _____

No

Su hijo presenta alguna limitación que dificulte su aprendizaje

Si

¿Cuál? _____

No

¿Su hijo a tenido algún tipo de problema en los riñones?

Si

¿Cuál? _____

No

Su hijo a tenido antecedentes de las siguientes enfermedades

Traumatismo craneano (fractura)

Enfermedad neurológica

Hipoxia perinatal (falta de oxígeno al feto)

Anexo 5. Permiso para la toma de muestras de orina

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS NATURALES

TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION: AFECTACIONES DEL NIVEL DE DESARROLLO COGNITIVO EN LOS ESTUDIANTES DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EL JUNCAL DEBIDO AL CONSUMO DE AGUAS HIPERFLUORADAS EN LA VEREDA EL JUNCAL DEL MUNICIPIO DE PALERMO.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Brenda Dayhana Delgado y Mayerly Prado Pérez

TUTOR: Angela Goretty García Gómez

La investigación planteada se realizará siguiendo un tipo de estudio cuantitativo y cualitativo; por lo que en ningún momento su hijo será sometido(a) a intervención de ningún tipo. Donde se le realizará una toma de muestra de orina para saber el nivel de flúor que excretan y la aplicación de un test que nos permitirá saber en qué nivel de pensamiento se encuentra el niño, esto con su consentimiento y aprobación.

De acuerdo a todo lo anterior, nos dirigimos a usted para solicitar su participación libre y espontánea, que permita obtener información a partir de muestras de orina tomadas, permitiendo así contribuir a mejorar la calidad de vida y servicio de agua potable (A cada niño el día de la toma de datos se le dará su respectivo tarrito para la muestra de orina).

CONSENTIMIENTO INFORMADO (si desea que su hijo participe de la investigación, contestar la siguiente información)

Yo, _____ identificado con cedula de ciudadanía

Nº _____ de _____ soy el acudiente del estudiante como aparece en la matricula institucional de mi hijo, deseo que mi hijo participe voluntariamente en el proyecto de investigación.

OBERVACIONES

Si NO desea que su hijo participe de la investigación por favor NO responder el permiso.

Firma del padre de familia

Nombre del estudiante

Anexo 7. Test de Lawson

Instrucciones

La siguiente es una prueba de tu habilidad en la aplicación de aspectos del razonamiento científico y del razonamiento matemático al analizar una situación, al hacer una predicción o resolver un problema. Este test ayudará a planificar mejor las actividades de las clases, por lo que agradecemos lo contestes lo mejor que puedas. Por favor, marca en la hoja de respuestas lo que consideres la mejor alternativa en cada pregunta, y no escribas sobre este test.

Tienes dos bolas de plastilina de igual forma y tamaño. Las dos bolas de plastilina pesan lo mismo. Una de ellas es aplastada en forma de galleta. *¿Cuál de las siguientes oraciones es correcta?*

La pieza en forma de galleta pesa más que la pelota.

Las dos piezas todavía pesan lo mismo.

La pelota pesa más que la pieza en forma de galleta.

Debido a que:

La pieza aplastada cubre una mayor área.

La bola empuja más hacia abajo en un sólo punto.

Cuando algo es aplastado pierde peso.

No se ha agregado o quitado plastilina.

Cuando algo es aplastado gana peso.

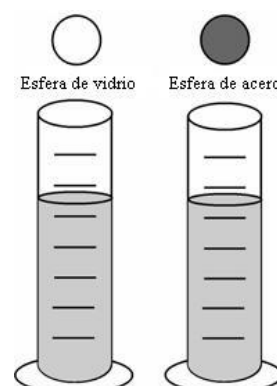
En la ilustración se muestran dos vasos cilíndricos llenos hasta el mismo nivel con agua. Los vasos son idénticos en tamaño y forma. También se muestran dos pequeñas esferas, una de vidrio y otra de acero. Las esferas tienen el mismo tamaño, pero la de acero es mucho más pesada que la de vidrio. Cuando la esfera de vidrio se coloca en el cilindro 1, ésta descende al fondo y el nivel de agua aumenta hasta la sexta marca.

Si colocamos la esfera de acero en el vaso 2, el agua subirá:

Al mismo nivel que lo hizo en el vaso 1.

A un nivel superior que como lo hizo en el vaso 1.

A un nivel inferior que como lo hizo en el vaso 1.



Debido a que:

La esfera de acero descenderá más rápido.

Las esferas están hechas de diferentes materiales.

La esfera de acero es más pesada que la esfera de vidrio.

La esfera de vidrio crea menos presión.

Las esferas tienen el mismo tamaño.

A la derecha se ilustran un vaso cilíndrico ancho y uno angosto. Los vasos tienen marcas igualmente espaciadas sobre ellos. Se vierte agua dentro del vaso ancho hasta la cuarta marca (ver A). El agua sube hasta la sexta marca cuando se vierte en el vaso angosto (ver B). Ambos vasos se vacían (no se muestra). Ahora, se vierte agua en el vaso ancho hasta la sexta marca.

¿Qué tan alto podría subir el agua si fuese vertida en el vaso angosto vacío?

Alrededor de la marca 8.

Alrededor de la marca 9.

Alrededor de la marca 10.

Alrededor de la marca 12.

Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Debido a que:

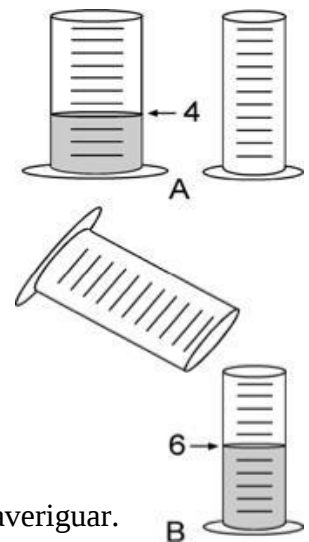
La respuesta no puede ser determinada con la información dada.

Subió 2 marcas en el caso anterior, así que subirá 2 nuevamente.

Sube 3 marcas en el vaso angosto por cada 2 del ancho.

El segundo vaso es más angosto.

Se debería realizar el experimento vertiendo el agua y observando para averiguar.



Ahora, se vierte agua en el vaso angosto (descrito en la pregunta 5) hasta la marca 11. *¿Qué tan alto subirá esta agua si fuera vertida en el vaso ancho vacío?*

Alrededor de 7 ½.

Alrededor de 9.

Alrededor de 8.

Alrededor de $7 \frac{1}{3}$.

Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Debido a que:

Las razones deben permanecer iguales.

Se debería realizar el experimento vertiendo el agua y observando para averiguar.

La respuesta no puede ser determinada con la información dada.

En el caso anterior disminuyó 2 así que será 2 menos nuevamente.

Sustraes 2 del ancho por cada 3 del angosto.

En la figura se encuentran 3 cuerdas colgando de una barra. Las 3 cuerdas tienen pesas de metal sujetadas a sus extremos. Las cuerdas 1 y 3 tienen la misma longitud. La cuerda 2 es más corta. Tanto la cuerda 1 como la cuerda 2 tienen pesas de 10 unidades, y la cuerda 3 tiene una pesa de 5 unidades. Las cuerdas (con las pesas) pueden ser balanceadas hacia delante y hacia atrás y el tiempo que toman para dar un recorrido completo puede ser medido.

Supón que quieres averiguar si la longitud de la cuerda tiene un efecto sobre el tiempo que toma en balancearse hacia delante y hacia atrás.

¿Qué cuerda podría utilizarse para averiguarlo?

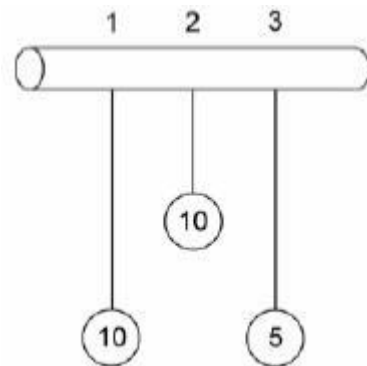
Solamente una cuerda.

Las 3 cuerdas.

2 y 3.

1 y 3.

1 y 2.



Debido a que:

Debes usar las cuerdas más largas.

Debes comparar cuerdas con pesas livianas y pesas pesadas.

Solamente las longitudes difieren.

Para hacer todas las comparaciones posibles.

Las pesas difieren.

Veinte moscas de fruta son colocadas en cada uno de los cuatro tubos de vidrio y posteriormente son sellados. Los tubos I y II son parcialmente cubiertos con papel negro; los tubos III y IV no son cubiertos. Los tubos son colocados como se muestra en la figura y se exponen a luz roja por 5 minutos. El número de moscas en la parte descubierta de cada tubo se muestra en la ilustración.

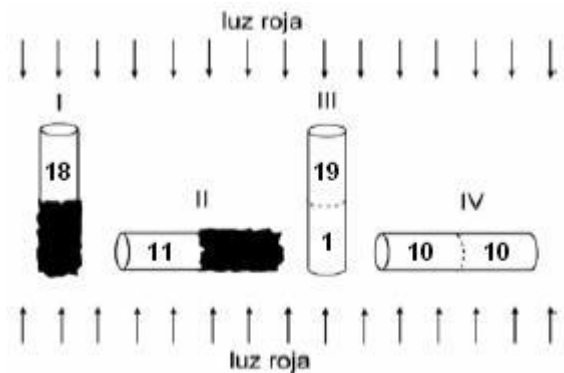
Este experimento muestra que las moscas responden a: (entiéndase por “responder” que se mueven hacia o se alejan de)

La luz roja pero no a la gravedad

La gravedad, pero no a la luz roja

Ambas la luz roja y a la gravedad

Ni a la luz roja ni a la gravedad



Debido a que:

La mayoría de las moscas están en el extremo superior del tubo III pero dispersas equitativamente en el tubo II.

La mayoría de las moscas no bajaron al fondo de los tubos I y III.

Las moscas necesitan luz para ver y deben volar contra la gravedad.

La inmensa mayoría de las moscas están en los extremos superiores y en los extremos iluminados de los tubos.

Algunas moscas están en ambos extremos de cada tubo.

En un segundo experimento, un tipo diferente de mosca y luz azul fueron utilizadas. Los resultados son mostrados en la ilustración.

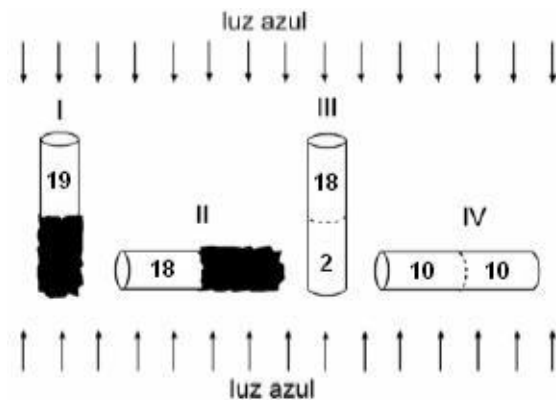
Estos datos muestran que estas moscas responden a: (entiéndase por “responder” que se mueven hacia ó se alejan de)

La luz azul, pero no a la gravedad.

La gravedad, pero no a la luz azul.

La luz azul y a la gravedad.

Ni a la luz azul ni a la gravedad.



Debido a que:

Algunas moscas están en ambos extremos de cada tubo.

Las moscas necesitan luz para ver y deben volar contra la gravedad.

Las moscas están distribuidas uniformemente en el tubo IV y en el extremo superior del tubo III.

La mayoría de las moscas están en el extremo iluminado del tubo II pero no bajan en los tubos I y III.

La mayoría de las moscas están en el extremo superior del tubo I y en el extremo iluminado del tubo II.

Se colocan seis piezas cuadradas en una bolsa de tela oscura y se mezclan. Las seis piezas son idénticas en tamaño y forma, tres piezas son rojas (R) y tres amarillas (A). Suponga que alguien extrae una pieza de la bolsa (sin ver).

¿Qué posibilidad hay de que sea roja?

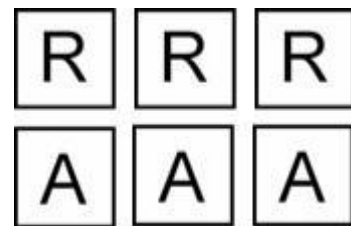
1 posibilidad de cada 6 eventos.

1 posibilidad de cada 3 eventos.

1 posibilidad de cada 2 eventos.

1 posibilidad de cada 1 evento.

No puede ser determinado.



Debido a que:

3 de las 6 piezas son rojas.

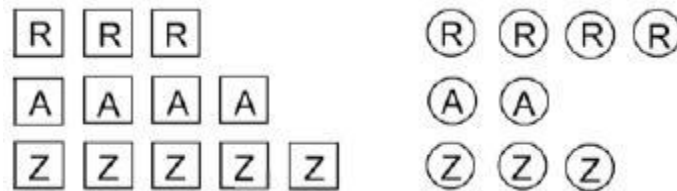
No hay manera de decir qué pieza será sacada.

Solamente una pieza de las 6 en la bolsa será extraída.

Las 6 piezas son idénticas en tamaño y forma.

Solamente una de las 3 piezas rojas puede ser extraída.

Se colocan tres piezas rojas (R) cuadradas, cuatro piezas amarillas (A) cuadradas y cinco piezas azules (Z) cuadradas en una bolsa de tela oscura. Se colocan también cuatro piezas rojas redondas, dos amarillas redondas y tres azules redondas. Se mezclan todas las piezas. Supón que alguien introduce la mano en la bolsa (sin ver y sin distinguir con el tacto alguna pieza particular) y extrae una pieza



¿Cuántas posibilidades hay de que la pieza sea roja redonda o azul redonda?

No puede ser determinado.

1 posibilidad de cada 3 eventos.

1 posibilidad de cada 21 eventos.

15 posibilidades de cada 21 eventos.

1 posibilidad de cada 2 eventos.

Debido a que:

1 de las 2 formas es redonda.

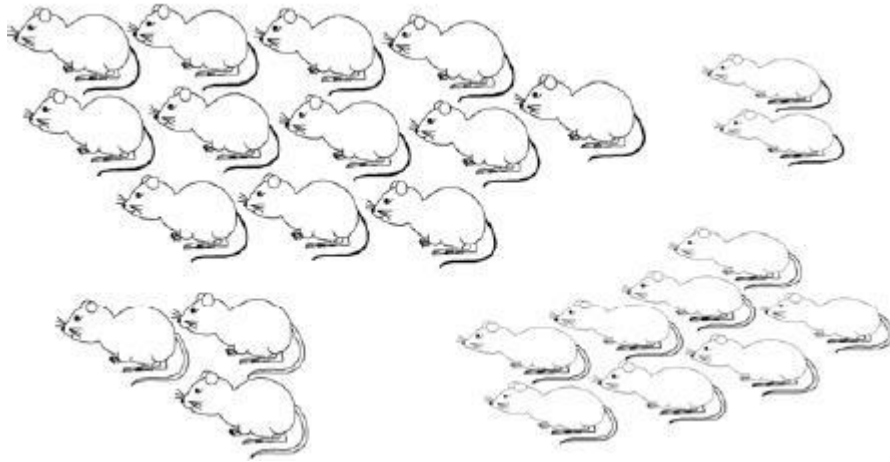
15 de las 21 piezas son rojas o azules.

No hay manera de predecir qué pieza será extraída.

Solamente 1 de las 21 piezas será extraída de la bolsa.

1 de cada 3 piezas es una pieza redonda roja o azul.

El granjero Brown estuvo observando a los ratones que viven en su campo. Descubrió que todos eran flacos o gordos y que tenían colas blancas o negras. Esto lo hizo cuestionarse si habría relación entre el tamaño del ratón y el color de su cola. Así que capturó y observó a todos los ratones de una parte de su campo. Estos son los ratones que capturó.



¿Piensas que hay alguna relación entre el tamaño de los ratones y el color de sus colas?

Parece haber alguna relación.

Parece no haber relación.

No puede hacerse una suposición razonable.

Debido a que:

Hay varios ratones de cada tipo.

Puede haber una relación genética entre el tamaño del ratón y el color de su cola.

No fueron capturados suficientes ratones.

La mayoría de los ratones gordos tienen colas negras mientras que la mayoría de los ratones flacos tienen colas blancas.

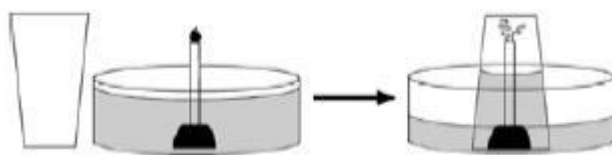
A medida que los ratones crecen más gordos, sus colas se tornan más oscuras.

La figura de abajo a la izquierda muestra un vaso de vidrio y una vela de cumpleaños sostenida en un pequeño pedazo de plastilina en un recipiente con agua. Cuando el vaso se voltea boca abajo cubriendo la vela sobre el agua, la vela rápidamente se apaga y el nivel del agua sube

dentro del vaso (como se muestra a la derecha). Esta observación plantea una pregunta interesante: ¿Por qué el nivel del agua sube dentro del vaso?

Aquí hay una explicación posible. La llama convierte el oxígeno en dióxido de carbono. Como el oxígeno no se disuelve rápidamente en el agua, pero el dióxido de carbono sí, el dióxido de carbono recién formado al tapar la vela se disuelve rápidamente en el agua, disminuyendo la presión del aire dentro del vaso.

Supón que tienes los materiales mencionados arriba, algunos fósforos y un poco de hielo seco (el hielo seco es dióxido de carbono congelado). Usando algunos o todos los materiales, ¿cómo podrías probar esta posible explicación?



Saturaría el agua con dióxido de carbono y repetiría el experimento notando el crecimiento del agua.

El agua crece porque se consume oxígeno, así que repetiría el experimento en exactamente la misma forma para demostrar que el agua crece debido a la pérdida de oxígeno.

Conduciría un experimento controlado variando solamente el número de velas para ver si esto puede producir una diferencia.

La succión es responsable del crecimiento del agua, así que colocaría un globo sobre la superficie de un cilindro abierto por un extremo y lo colocaría sobre la vela ardiente.

Repetiría el experimento, pero me aseguraría que es controlado colocando todas las variables independientes constantes; luego mediría el crecimiento del nivel del agua.

¿Qué resultado de tu examen (mencionado arriba en la pregunta 21) podría demostrar que tu explicación es probablemente incorrecta?

El agua sube lo mismo que antes.

El agua sube menos que antes.

El globo se expande.

El balón es succionado.

