Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media

"APRENDIZAJES PREVIOS DE MATEMÁTICAS NECESARIOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA INORGÁNICA I DE LOS ESTUDIANTES DEL PROFESORADO EN ENSEÑANZA MEDIA EN QUIMICA Y BIOLOGIA DE LA EFPEM"

Tesis presentada al Consejo Directivo de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad San Carlos de Guatemala

Marco Antonio Chacón Véliz

Previo a conferírsele el grado académico de:

Maestro en Ciencias en la carrera de Maestría en Formación Docente

Guatemala, marzo 2014.

Autoridades Generales

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios	Rector Magnífico de la USAC
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Secretario General de la USAC
Dr. Oscar Hugo López Rivas	Director de la EFPEM
Lic. Danilo López Pérez	Secretario Académico de la EFPEM

Consejo Directivo

Lic. Saúl Duarte Beza	Representante de Profesores
Dr. Miguel Angel Chacón Arroyo	Representante de Profesores
M.A. Dora Isabel Águila de Estrada	Representante de Profesionales Graduados
PEM Ewin Estuardo Losley Johnson	Representante de Estudiantes
Br. José Vicente Velasco Camey	Representante de Estudiantes

Tribunal Examinador

M.A. Walda Paola María Flores Luin	Presidente
Dra. Amalia Geraldine Grajeda Bradna	Secretaria
M.A. José Enrique Cortez Sic	Vocal

Guatemala, 11 de febrero de 2014.

Doctor
Miguel Angel Chacón Arroyo
Coordinador Unidad de Investigación
EFPEM – USAC

Atentamente tengo a bien informarle lo siguiente:

En mi calidad de Asesor del trabajo de graduación denominado: "***Aprendizajes previos de matemáticas y su influencia en el aprendizaje de la química I de los estudiantes del Profesorado en Enseñanza Media de Química y Biología de la EFPEM***", correspondiente al estudiante: Marco Antonio Chacón Véliz, carné: 100022582 de la Maestría en Formación Docente, manifiesto que he acompañado el proceso de elaboración de dijo trabajo y la revisión realizada al informe final evidencia que dicho trabajo cumple con los requerimientos establecidos por la EFPEM para este tipo de trabajos, por lo que considero aprobado el trabajo y solicito sea aceptado para continuar con el proceso para su graduación.

Atentamente,

Dr. Oscar Hugo López Rivas
Asesor nombrado

c.c. Archivo

USAC TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Formación de Profesores
de Enseñanza Media
-EFPEM-

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE FORMACION DE PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA
- Unidad de Investigación -
RECIBIDO
27 FEB. 2014
A LAS 9:14 H.

El infrascrito Secretario Académico de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala

CONSIDERANDO

Que el trabajo de graduación denominado ***"Aprendizajes previos de Matemáticas necesarios para el aprendizaje de la Química Inorgánica I de los estudiantes del Profesorado en Enseñanza Media en Química y Biología de la EFPEM"***, presentado por el(la) estudiante **MARCO ANTONIO CHACÓN VELIZ**, carné No. **100022582**, de la Maestría en Formación Docente.

CONSIDERANDO

Que la Unidad de Investigación ha dictaminado favorablemente sobre el mismo, por este medio

AUTORIZA

La impresión de la tesis indicada, debiendo para ello proceder conforme el normativo correspondiente.

Dado en la ciudad de Guatemala a los **veintisiete** días del mes de **febrero** del año dos mil catorce.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Lic. Danilo López Pérez
Secretario Académico EFPEM

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE FORMACIÓN DE PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA
SECRETARIA ACADEMICA

c.c. Archivo
/caum

DEDICATORIA

A Jesús de la Divina Misericordia y a la Santísima Virgen María:
Por brindarme cada día la fortaleza espiritual para vencer los retos y desafíos de cada día.

A mis padres Miguel Angel Chacón Arroyo y María Jóvita Véliz González:
Por el apoyo incondicional en cada una de las metas que me he trazado.

A Evelyn Mariana, y a mis pulgas saltarinas Marianita y la pequeña Evelyn:
Con todo mi incondicional e indivorciable amor.

A mis hermanos, familia en general, amigos que me han animado en este camino, y que me disculpen los que no he mencionado, a todos, mi profundo agradecimiento.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Oscar Hugo López Rivas:

Por todo su apoyo, consideración, profesionalismo y amistad, que han sido baluartes importantes en el desarrollo de este posgrado. Muchas gracias, y éste, también es su logro.

Al Lic. Saúl Duarte Beza:

Por su incondicional apoyo, amistad y consejos que han ayudado mi desarrollo profesional en EFPEM.

A todas las personas que han contribuido de alguna manera a que pudiera realizar el trabajo de investigación que aquí se expone.

ABSTRACT

La investigación "Aprendizajes previos de matemáticas necesarios para el aprendizaje del curso de Química Inorgánica I", se realizó de finales del año 2013 a principio de 2014 con estudiantes que ingresan a dicha asignatura en la carrera de profesorado de enseñanza media en la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos, con el objetivo de contribuir a mejorar la aprobación de dicho curso, partiendo que en el año 2013 La revisión de los resultados de los estudiantes en el curso de Química Inorgánica I del PEM en Química y Biología, acusan resultados insatisfactorios, toda vez que el 34% reprobó este curso, este indicador ha sido constante en los años anteriores.

Se utilizó la metodología mixta, aplicándose prueba diagnóstica a los estudiantes, entrevista no estructurada con un docente del curso de Química de aprendizajes previos en Matemáticas, a los alumnos del curso de Química Inorgánica I, para determinar los aprendizajes previos de matemáticas que tienen estos alumnos. Los resultados obtenidos indican que los estudiantes no poseen los aprendizajes previos en matemáticas necesarios para el aprendizaje de los contenidos de Química Inorgánica I; lo que contribuye a la reprobación.

Lo anterior implica reorganizar la estructura de la malla curricular de la carrera de PEM en Química y Biología de EFPEM-USAC, a efecto de que los limitados aprendizajes previos de Matemáticas con que ingresan los estudiantes en la Química Inorgánica I sean superados y mejorar el indice de reprobación del curso.

PALABRAS CLAVE: aprendizajes previos, competencias, aprendizaje significativo, constructivismo.

ABSTRACT

The Research "Prior learning math needed for learning the course of Inorganic Chemistry I", was performed at the end of 2013 beginning of 2014 with students entering this course in the career of teaching high school in the School of Education Secondary Teacher Education at the University of San Carlos, with the aim of helping to improve the adoption of this course, starting in the year 2013 revision of the results of students in the course of the PEM Chemistry Inorganic Chemistry I Biology and accuse unsatisfactory results, since 34% failed this course, this indicator has been consistent in previous years.

Mixed methodology was used , applying diagnostic test to students, unstructured interview with a teacher of Chemistry Course in Mathematics prior learning, students of the course of Inorganic Chemistry I, to determine prior learning math with these students . The results indicate that students do not possess prior learning in mathematics necessary for learning the contents of Inorganic Chemistry I; contributing to reprobation.

This implies reorganizing the structure of the curriculum PEM Career in Chemistry and Biology EFPEM - USAC, to the effect that the limited prior learning mathematics with students entering in Inorganic Chemistry I be overcome and improve index disapproval of the course.

KEYWORDS: prior learning, skills, meaningful learning, constructivism.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

En la investigación se partió de investigaciones realizadas con anterioridad en aspectos relacionados al problema de estudio, sus variables, sus indicadores y otros aspectos afines.

Este es el informe de un trabajo de investigación relacionado con los aprendizajes previos de Matemáticas que se requieren para el aprendizaje de la Química Inorgánica I en los estudiantes que ingresan al curso de Química Inorgánica I del Profesorado de Enseñanza Media (PEM) en Química y Biología de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media (EFPEM) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La revisión de los resultados de los estudiantes en el curso de Química Inorgánica I del PEM en Química y Biología de la EFPEM indica que son insatisfactorios, toda vez que un 66 % reprobó este curso en el año 2013; para lo cual se realizó una investigación documental, con datos de la Oficina de Control Académico de la EFPEM.

Considerando que las Matemáticas proporcionan herramientas para el desarrollo de aprendizajes en diferentes disciplinas en el área científica; esta investigación responde a las interrogantes siguientes: ¿Con qué aprendizajes previos de matemáticas cuentan los alumnos al iniciar el proceso de aprendizaje de Química Inorgánica I? ¿Cuáles son los aprendizajes previos de matemáticas que necesitan los estudiantes para que el aprendizaje de Química Inorgánica I pueda llevar a cabo la actividad constructiva que supone aprender algo de un modo significativo?

Las respuestas a estas preguntas permiten determinar los aprendizajes previos de matemáticas que son pertinentes y necesarios para que los alumnos puedan aprender los contenidos de Química Inorgánica I que se pretenden enseñar y constituyen, por tanto los aspectos básicos que es necesario explorar y conocer en cuanto a lo que ya saben los alumnos.

Los resultados de esta investigación fueron obtenidos por medio de una metodología mixta, a través prueba diagnóstica de aprendizajes previos en Matemáticas, aplicada a los alumnos de recién ingreso al curso de Química Inorgánica I, para determinar los aprendizajes previos de matemáticas que tienen estos alumnos.

Además fue realizada una entrevista no estructurada a un docente del curso de Química Inorgánica I del Departamento de Química de EFPEM, para determinar los aprendizajes previos de matemáticas que necesitan los alumnos que cursan Química Inorgánica I.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que los aprendizajes previos en matemáticas que son necesarios para el aprendizaje de los nuevos contenidos de Química Inorgánica I son limitados, es decir, que no han sido adquiridos a un mínimo nivel razonable por el alumno.

Lo anterior implica la necesidad de reorganizar la estructura de la malla curricular de la carrera de PEM en Química y Biología de EFPEM-USAC, debido a que los limitados aprendizajes previos de Matemáticas con que ingresan los estudiantes en la Química Inorgánica I, en esta carrera son insuficientes.

Desde esta perspectiva, se busca que las propuestas de enseñanza que se desarrollen en el aula universitaria, logren un alumno, activo, pensante y cognitivamente capaz de comprender lo que está aprendiendo de forma significativa.

De esta forma, se espera que los resultados de esta investigación ayuden a mejorar el rendimiento de los estudios del curso de Química Inorgánica I, lo cual constituye un compromiso de la EFPEM.

CAPÍTULO I

Plan de Investigación

1.1. Antecedentes

En la investigación se abordó la problemática educativa en Guatemala, como lo es el bajo rendimiento, mediante el análisis de los resultados del rendimiento académico, de los aportes o beneficios de los aprendizajes previos de Matemáticas en el estudio del Profesorado en Enseñanza Media en Química y Biología de la EFPEM.

El estudio está relacionado con las ciencias exactas, por lo que tiene un marcado interés en conocer la realidad a través de la recolección y el análisis de datos, de acuerdo con reglas lógicas, el método de investigación es deductivo, lo que implica la realización de estudios cuantitativos, para transformar mediciones obtenidas en instrumentos (cuestionario) en valores numéricos cuantificables, para analizarse posteriormente con técnicas estadísticas y extender los resultados a un universo más amplio.

Recacha (2009), en la investigación descriptiva relacionada con los conocimientos previos en la Educación Primaria, realizada en España, en Marzo del 2009, con estudiantes de Educación Primaria, mediante la aplicación de grupos focales indica que en primer lugar, los alumnos presentan una determinada disposición para llevar a cabo el aprendizaje que se les plantea; en segundo lugar, ante cualquier situación de aprendizaje, los alumnos disponen de determinadas capacidades, instrumentos, estrategias y habilidades generales para llevar a cabo el proceso; y en tercer lugar se tiene una estrecha interrelación con dichas capacidades, para llevar a cabo el aprendizaje, el alumno dispone de un conjunto de instrumentos, estrategias y habilidades generales que ha ido adquiriendo en distintos contextos a lo largo de su desarrollo, y de manera especial, en el de la escuela, por lo que los aspectos antes mencionados constituyen elementos importantes de la radiografía de los alumnos al iniciar el aprendizaje de un nuevo contenido.

Alcalde Esteban (2010), en la tesis doctoral realizada en la Universidad Jaume I, de España, relacionada con el estudio relacionado de los aprendizajes previos de los estudiantes para el aprendizaje de la didáctica de la Matemática en las titulaciones de maestro, revisó las razones de la insatisfactoria preparación matemática con que llegan a la universidad los futuros maestros.

En este estudio, se menciona la importancia de conocer lo que los alumnos saben y lo que necesitan aprender, y luego estimularlos y ayudarlos para que aprendan bien.

Gran parte de los aprendizajes previos matemáticos que aprenden los estudiantes son debidos a experiencia que les proporcionan los profesores y su actitud hacia la asignatura está determinada por la intervención de los docentes, por tanto la enseñanza que reciben es de vital importancia y, para mejorar la educación de todos los alumnos es necesaria una enseñanza eficaz.

El estudio denominado Principios y Estándares Matemáticos para las Escuelas, presentado en el año 2000, por el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), organización profesional de los Estados Unidos de América, en relación a la enseñanza eficaz de ciencias como Física, Química y Matemáticas, presentó datos que dicen que los docentes también necesitan conocimientos pedagógicos que les ayudarán a comprender de qué manera en el pasado y en el presente, se da el proceso de aprendizaje de las matemáticas por parte de los alumnos, a seleccionar y usar materiales curriculares apropiados, y les instruirán en el uso de técnicas de enseñanza oportuna y en la organización y dirección de la clase.

Lo anterior ayudaría a disminuir una situación cotidiana en la que los alumnos temen a las matemáticas. Esta percepción que no es extraña, en parte se da a causa de un proceso de imitación que surge de escuchar constantemente que las matemáticas son difíciles; sin embargo, las matemáticas no son más complicadas que otras ciencias o disciplinas del conocimiento humano. Es necesario romper con la creencia tan difundida y arraigada en el pensamiento de la gente, principalmente de los alumnos de cualquier nivel, de que las matemáticas son muy difíciles de comprender.

Además, la sociedad actual, por una parte, otorga un alto valor a las matemáticas, considera su aprendizaje como parámetro de éxito y, por otra parte, existe rechazo hacia las matemáticas por parte de los miembros de esa sociedad. Las presiones intrainstitucionales e interinstitucionales que obligan a distribuir las calificaciones de las materias "duras", son algunos elementos que de diversas formas interactúan produciendo una gama muy amplia de actitudes de los docentes y de los estudiantes hacia las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje, que en muchos de los casos se constituyen como un obstáculo insuperable y se ve reflejado en el fracaso escolar.

Miguez Escorcia (2004), en un estudio presentado ante La Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, en relación al rechazo hacia las Matemáticas indica:

> "Las personas manifiestan diferentes actitudes hacia las matemáticas, conforme a sus experiencias. Por una parte, hay quienes la relacionan con una fuerte sensación de fracaso y presentan hacia ella una mezcla de respeto y aversión. Otras personas, sin embargo, han tenido vivencias atractivas y gratificantes, lo que ha favorecido en ellas una actitud positiva hacia ésta materia. Aunque en el currículum escolar las matemáticas son tratadas como una asignatura más, existe una gran presión por parte de todos los sectores implicados en la vida escolar (profesores, padres, etc.) para que los niños destaquen en ellas. La importancia que se les da a las matemáticas ha hecho que cuando un alumno fracasa u obtiene bajas calificaciones se exprese un mayor malestar por parte de los profesores y padres. La opinión de que existe una relación directa entre el éxito en matemáticas y la inteligencia, es en buena medida responsable de éstas expresiones."

Miguez Escorcia (2004), indica que hablar del rechazo hacia el aprendizaje de las matemáticas, sin duda implica discutir sobre las creencias, las actitudes y las aptitudes que las personas presentan hacia las matemáticas, su enseñanza, su aprendizaje y su aplicación dentro y fuera del contexto escolar. Lo que puede situarse al menos en dos momentos: durante el tiempo que son alumnos matriculados en una institución educativa y en la necesidad de aprenderlas y utilizarlas el resto de su vida.

El papel del docente como organizador, coordinador y mediador del trabajo escolar es incuestionable, ellos son también protagonistas en todo proceso de enseñanza-aprendizaje, quienes con sus actitudes y actividades otorgan sentido a la labor del docente. Cuando se observa una clase se trata de analizar lo que en ella sucede, se tiene un recorte abstracto de la realidad, que promueve procesos entre sus integrantes, que de funcionar adecuadamente, origina aprendizajes que potencian el desarrollo de los participantes, con base en la influencia que el entorno tiene en la formación de las personas

José Alberto Hernández Gamas, en su tesis de estudio realizada en el año 2006, en la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, mencionó que los conocimientos previos de matemáticas son importantes en carreras universitarias relacionadas con las ciencias contables; en este estudio se profundizó los conocimientos previos en el área de matemáticas que presentan los alumnos de nuevo ingreso, que servirán de base en el desarrollo de su formación profesional en la carrera de Licenciatura en Contaduría, y se reconoce:

> "Las matemáticas son una herramienta de cálculo y análisis que auxilia a todas las demás ciencias; siendo usada en la investigación de fenómenos de cualquier naturaleza, es por ello que el Licenciado en Contaduría no puede sustraerse al conocimiento de sus principios fundamentales, ya que constituirá una de las herramientas básicas que le permitirán analizar, valuar, evaluar y finalmente comprender los distintos fenómenos económicos, financieros y administrativos que se presentan diariamente en todos los ámbitos de la vida y le servirán de ayuda en la toma de decisiones en su campo profesional."

El interés de Gamas en esta tesis, se debe a que durante el tiempo de servicio como docente que realizó en esta Universidad, constató un alto índice de reprobación, reconociendo la necesidad de saber en dónde se encuentra el problema de por qué los alumnos reprueban, si es porque no tienen las bases que deben de traer o son los catedráticos que imparten la materia dentro de la Universidad que no tienen la capacidad de enseñarlas.

Cáceres Cardeña (2009), en su tesis de graduación de Maestro en Investigación Educativa por la Universidad Autónoma de Yucatán, México, al estudiar la correlación significativa entre las variables rendimiento académico y nivel de utilización de las estrategias de aprendizaje de 313 alumnos del tercer semestre en la asignatura de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, indica que en los paradigmas actuales de la educación ya no se puede pensar en el alumno como un actor pasivo del proceso de enseñanza-aprendizaje, su rol se transforma en un estudiante que selecciona, relaciona, organiza y vincula sus conocimientos previos con los nuevos, se hablará de aprendizaje significativo cuando lo que se aprende se relaciona con lo que ya se conoce en esquemas de pensamiento.

Pérez y Pérez (2007), en su tesis de Maestro en Ciencias con Orientación en la enseñanza de las Matemáticas, por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, al estudiar los saberes matemáticos que adquieren los estudiantes al concluir la discusión del tema de Sistemas de Ecuaciones Lineales, reconoce que en la necesidad de integrar los llamados aprendizajes previos, reside la importancia de la articulación y la continuidad en la construcción de los nuevos conocimientos, por ello es importante tener en cuenta los diversos puntos de partida de los alumnos en relación con los contenidos y considerar los ritmos de aprendizaje.

Hernández Flores (2012), en su estudio de tesis de maestría en formación de formadores de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Medía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, relacionado con el diagnóstico de las competencias estudiantiles en Matemática, de una población de 57 estudiantes de primer ingreso del Instituto Normal Mixto Rafael Aqueche, jornada matutina, del año 2010, determino que la debilidad en la competencia matemática, afecta de manera directa a los estudiantes de magisterio en su formación académica en matemática y otras ciencias y por ende en su calidad como profesional.

Campos Paiz (2005), realizo un trabajo de investigación de tesis de graduación de Licenciado en Pedagogía y Ciencias de la Educación, de la Facultad de Humanidades de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para determinar los conocimientos que poseen los alumnos en el área de matemática, al egresar de las escuelas primarias urbanas oficiales, específicamente con alumnos que egresaron del nivel primario, año 2004, sector oficial, área urbana del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, y mediante una prueba diagnóstica determino que estos alumnos no poseen los conocimientos básicos necesarios para el aprendizaje de la matemática en el nivel medio.

Barrios Tuells (2007), en su tesis de graduación de Licenciado en Pedagogía y Ciencias de la Educación por la Facultad de Humanidades de la Universidad de San Carlos de Guatemala, al determinar la correspondencia entre la actitud y el aprendizaje de la Física-Matemática en una muestra de 45 alumnos del Segundo Básico, sección B, del Instituto Nacional de Educación Básica, de Malacatán, San Marcos, recomienda que el alumno relacione todo nuevo aprendizaje con las experiencias y conocimientos previos que ha adquirido en la familia, la comunidad y la escuela.

A modo de sumario, con base en los resultados obtenidos en diferentes estudios, y desde el sentido común se habla del fracaso escolar, fracaso que sin duda es más crítico en las Matemáticas y las disciplinas que tienen relación directa con ellas, como Química; en este sentido interesa generar conceptos y categorías que rebasen el sentido común y los datos cuantitativos basados en exámenes de evaluación de aprendizajes previos, con el afán de promover una verdadera cultura de conocimientos, por lo que el primer paso para intervenir exitosamente sobre la realidad es conocerla con profundidad.

1.2 Planteamiento y Definición del Problema

En Guatemala los indicadores de eficiencia interna del sistema educativo nacional, tales como: la eficiencia interna en los diferentes niveles son insatisfactorios; tal como lo menciona el Informe de Desarrollo de Naciones Unidas 2011, que presentó que para el año 2011, únicamente la juventud tiene 6.9 años de escolaridad promedio. Además que los jóvenes comprendidos en el rango de 19 a 24 años, están fuera del sistema educativo, preponderantemente por razones de trabajo, falta de dinero u otras causas.

A pesar del reconocimiento e importancia de las TICS, el 56 % de los jóvenes de 15 a 29 años sabe usar computadora, en tanto el 47% ha usado Internet, y de esos el 58% tiene cuenta de Facebook.

También el informe menciona que en la relación del empleo y la formación académica de la juventud, existe una brecha importante, actualmente se tiene que la demanda supera por arriba la oferta laboral.

Lo mencionado, dice el informe, que está relacionado con la falta de oportunidades básicas en la Juventud como empleo, vivienda, oportunidades laborales y de formación, lo cual provoca un riesgo social, con todos sus atenuantes: acercando la juventud al problema social de las pandillas y maras.

Otros jóvenes prefieren buscar otra mejor perspectiva emigrando a los Estados Unidos, particularmente los jóvenes del área rural.

Este escenario reclama entre otras acciones, el ampliar oportunidades de aprender en la era tecnológica.

En cuanto al aprendizaje de la matemática, de conformidad con las estadísticas del portal del Ministerio de Educación, para los estudiantes graduados del año 2012 y que algunos son los estudiantes que en el 2013 ingresaron a la USAC, se tiene un logro del 7.30% a nivel nacional, resaltando que por rama de enseñanza, para Bachillerato se tiene un 9.82%, para técnico un 9.47%, para

Perito un 6.55%, Magisterio con 4.05, y el más bajo en esta escala de logro es la carrera de Secretariado con 1.20%.

Estos indicadores son similares a los que manifiesta el Índice de Competitividad Global del Foro Económico Mundial WEF (2012-2013) que evidencia las deficiencias en las capacidades adquiridas en el sistema educativo nacional, con un máximo de 7 puntos en la prueba de Matemática; Guatemala se encuentra con 2.4, en el puesto 137 de 144 países, superado por El Salvador con 2.5, y Costa Rica con 4.5, que se ubica en el puesto 41; incluso por encima de Argentina, 3.1, y Chile 3.0.

En el año 2000 se creó en la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Sistema de Ubicación y Nivelación –SUN- que regula el proceso de ingreso mediante la medición de habilidades, destrezas y conocimientos, con el fin de ubicar o rechazar a quienes buscan ser admitidos en las distintas unidades académicas de acuerdo con su nivel educativo en asignaturas básicas como: Biología, Física, Lenguaje, Matemática y Química.

Estas pruebas de conocimientos básicos surgen por los altos índices de repitencia y permanencia prevalecientes, respondiendo al deficiente nivel académico de centros educativos.

El Departamento de Cómputo del Sistema de Ubicación y Nivelación, SUN, indica que los resultados obtenidos en los últimos años, en las pruebas de conocimientos básicos en Matemáticas han sido deficientes; en el año 2010 se evaluaron 21,678 estudiantes, de los cuales 8,937 (41%) tuvieron resultados satisfactorios y 12,847 (59%) resultados insatisfactorios. En el año 2011 se evaluaron 22,181 estudiantes, de los cuales 7,308 (33%) tuvieron resultados satisfactorios y 14,873 (67%) resultados insatisfactorios. En el año 2012 se evaluaron 27,834 estudiantes, de los cuales 9,331 (34%) tuvieron resultados satisfactorios y 18,503 (66%) resultados insatisfactorios. Lo que implica que la situación permanece igual.

Los resultados de las pruebas de conocimientos básicos en Química, aplicadas en el año 2010 por el SUN, muestran los siguientes resultados: se evaluaron 5,012 estudiantes, de los cuales 2,854 (57%) tuvieron resultados satisfactorios y 2,158 (43%) resultados insatisfactorios. En el año 2011 se evaluaron 5,092 estudiantes, de los cuales 2,289 (45%) tuvieron resultados satisfactorios y 2,803 (55%) resultados insatisfactorios. En el año 2012, se evaluaron 7,654 estudiantes, de los cuales 3,333 (44%) tuvieron resultados satisfactorios y 4,321 (56%) resultados insatisfactorios. Lo expresado muestra que existe bajo rendimiento educativo en las áreas mencionadas en el país, lo cual podrá ser producto de diversos factores, tales como: situación económica, servicios educativos insuficientes e inadecuados, formación de profesores irrelevante e incongruente con la demanda educativa del país, que no satisface los requerimientos de la misma.

En cuanto a la reprobación del curso de Química Inorgánica I de los estudiantes del Profesorado en Enseñanza Media en Química y Biología de la Escuela de Formación de Profesores en Enseñanza Media (EFPEM), es necesario plantearse las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los aprendizajes previos de Matemáticas que los estudiantes tienen para el aprendizaje de la Química Inorgánica I?, ¿Cuáles son los aprendizajes previos de Matemáticas que los estudiantes no poseen para el aprendizaje de la Química Inorgánica I?¿Cuáles son los aprendizajes previos de Matemáticas que el estudiante requiere para el aprendizaje de la Química Inorgánica I?; ante estas interrogantes se define el problema de investigación siguiente: ¿Cuáles son los aprendizajes previos de Matemáticas que los estudiantes necesitan para el aprendizaje de la Química Inorgánica I?.

1.3 Objetivos:

1.3.1 General:

Contribuir a mejorar el aprendizaje de Química Inorgánica I en los estudiantes del Profesorado en enseñanza media de Química y Biología de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media- EFPEM-.

1.3.2 Objetivos Específicos:

a) Determinar los aprendizajes previos de matemáticas que tienen los estudiantes de Química Inorgánica I del Profesorado en enseñanza Media de Química y Biología de la EFPEM.
b) Determinar los aprendizajes previos de matemáticas necesarios para el aprendizaje de la Química Inorgánica I de los estudiantes del Profesorado en enseñanza media de Química y Biología de la EFPEM.
c) Proponer los aprendizajes previos de matemáticas necesarios para el aprendizaje de la Química Inorgánica I de los estudiantes del Profesorado en enseñanza media en Química y Biología de la EFPEM.

1.4 Justificación:

Los resultados de este estudio relacionado con los aprendizajes previos de Matemáticas necesarios para el aprendizaje de la Química Inorgánica I en estudios del profesorado en Enseñanza Media de Química y Biología de la EFPEM, orientaran a los estudiantes, a prepararse adecuadamente en estos aprendizajes, ya que el alumno es quien asimila, integra y le da un significado a su aprendizaje, de tal manera que comprender la forma en que aprende, es importante para planear y organizar sus contenidos, para que pueda tener más significado relacionar conocimientos adquiridos previamente con los nuevos a adquirir, conocer sus fortalezas y debilidades cognitivas le favorece para darle un significado propio a su aprendizaje.

Para el maestro, le ayudarán a orientar la enseñanza del curso de Química Inorgánica I, partiendo de los aprendizajes previos de matemáticas, le proporciona una base sólida para que diseñe su metodología de enseñanza, planear situaciones de enseñanza, actividades, reforzar los procesos y proveer las herramientas necesarias al alumno para estimular su necesidad de aprender los nuevos contenidos.

Para la comunidad científica, este trabajo podría ser utilizado para futuras investigaciones interesadas en este tema.

Para la EFPEM, este estudio ayudará a reorientar su diseño curricular en la carrera del Profesorado en Enseñanza Medía de Química y Biología, lo cual ayudará a tener mejores indicadores de eficiencia interna, tales como: Menor deserción, menor reprobación, mayor retención y mayor promoción, consecuentemente mayores satisfacciones institucionales.

Para los padres de Familia, mayores satisfacciones emocionales, por los logros de sus hijos.

1.5 Tipo de Investigación:

El presente estudio es de tipo descriptivo, porque describe el comportamiento de las variables sin determinar causa-efecto de las mismas, es decir se refiere a establecer los aprendizajes previos de Matemáticas que tienen los estudiantes para el aprendizaje de la Química Inorgánica I, y cuales aprendizajes previos deben tener los estudiantes para lograr el aprendizaje efectivo de la Química Inorgánica I.

Lo anterior se enmarca dentro de lo expresado por Achaerandio Zuazo, en su libro titulado, Iniciación a la Práctica de la investigación (2010:23), que indica que “la investigación descriptiva es amplísima: abarca todo tipo de recolección científica de datos, con el ordenamiento, tabulación, interpretación y evaluación de estos”.

La investigación se define:

Por la variable tiempo:

Es sincrónica, porque se desarrolló durante el año 2013 y principios del 2014, período en el que se pudo obtener la información.

1.6 Hipótesis:

Por ser una investigación descriptiva no aplica hipótesis.

1.7 Variables:

- Conocimientos de Matemáticas necesarios para el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

- Aprendizaje de contenidos del curso de Química Inorgánica I

Definición de Variables

Variables	Teórica	Operacional		Técnicas de Investigación	Instrumentos
		Concepto	Indicadores		
Conocimientos de matemáticas necesarios para el aprendizaje de la Química Inorgánica I de estudiantes del PEM de Química y Biología de EFPEM-USAC.	Son los conocimientos básicos que ya traen incorporados los alumnos producto de aprendizajes anteriores que sirven para aprender nuevos conocimientos. (López Recacha, España 2009).	Contenidos, principios y aplicaciones de Matemáticas.	Suma, resta, multiplicación y división de números reales. Aritmética, Ecuaciones, Polinomios, Factores Unitarios, Recta Numérica, Sucesión Numérica, Exponenciación, Radicación. Resolución de problemas.	Evaluación Escrita. Entrevista no estructurada con un docente de Química Inorgánica I. Resolución de problemas de Química Inorgánica I, de la cotidianidad para contribuir al aprendizaje significativo.	Programa de Curso de Matemáticas I. Guía no Estructurada.
Aprendizaje de los contenidos del curso de Química Inorgánica I	Es una actividad mental por medio de la cual el conocimiento y la habilidad, los hábitos, las actividades e ideales son adquiridos, retenidos, utilizados, originando progresiva adaptación y modificación de la conducta. (José Alberto Hernández, México, 2006)	Contenidos de Química Inorgánica I	Conversiones Materia Teoría Atómica.	Revisión documental. Entrevista no estructurada con un docente de Química Inorgánica I.	Guía de Revisión del Programa de Curso de Química Inorgánica I. Guía de entrevista no estructurada.

1.8 Metodología de Investigación

1.8.1 Método:

Se utilizó el método Inductivo, porque se realizó la investigación partiendo de premisas simples, para llegar a conclusiones de carácter general desde la acumulación de datos particulares. (Hernández Sampieri, 2003).

1.8.2 Técnicas:

Se aplican las técnicas siguientes:

a) Evaluación escrita (ANEXO I): mediante la aplicación de una prueba diagnóstica de aprendizajes previos de Matemáticas para establecer los aprendizajes previos para el aprendizaje de la Química Inorgánica I, preparada por el Departamento de Matemáticas de EFPEM-USAC, a estudiantes de primer ingreso del Primer Semestre 2013, del curso de Química Inorgánica I, aplicada por un docente de Matemáticas I, en el salón de clases.

b) Entrevista no estructurada (ANEXO II), utilizando una guía no estructurada, general y flexible (Hernández Sampieri, 2003), realizada a un docente del curso de Química Inorgánica I, para establecer su opinión en cuanto a los aprendizajes previos de Matemáticas que garantizan el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

c) Revisión y análisis de los programas de estudio vigentes de los cursos de Matemáticas I y Química Inorgánica I.

1.8.3 Instrumentos:

a) Prueba escrita diagnóstica, para establecer los aprendizajes previos de Matemáticas que tienen los estudiantes para el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

b) Guía no estructurada, aplicada a un docente del curso de Química Inorgánica I, para establecer los aprendizajes previos de Matemáticas que deben tener los estudiantes para el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

c) Guía de Revisión y Análisis de los programas.

1.8.4 Procedimiento

a) Definición del Problema. Establecer el problema de investigación.

b) Obtención de datos: Lectura de documentos y trabajo de campo.

c) Organización de la información: Reducción de datos obtenidos en valores porcentuales, categorías, tablas y gráficas, para obtener información que permita la triangulación de la información obtenida, contrastándola para formular conclusiones del problema objeto de estudio, y contestar las preguntas de investigación, con el afán de sugerir posibles soluciones al problema.

1.9 Sujetos de la Investigación:

Constituyen sujetos de la investigación, los estudiantes y un profesor del curso de Química Inorgánica I del Profesorado en Enseñanza Media de Química y Biología de EFPEM. Del 100 % de estudiantes (44), 15 son hombres (34%) y 29 son mujeres (66 %). Los sujetos investigados constituyen la población total de estudiantes, no hay muestra consecuentemente no hay criterios, en tanto el profesor es uno solo.

Las características de los sujetos son:

1. Los estudiantes participan en el curso de Química Inorgánica I, son quienes de manera directa, están facultados para expresar los aprendizajes previos de Matemáticas que son fundamentales para el aprendizaje de la Química Inorgánica I; ya que ellos están viviendo la experiencia.

2. El profesor se considera que tiene propiedad para manifestar los aprendizajes previos de Matemáticas necesarios para el aprendizaje exitoso de la Química Inorgánica I, del PEM de Química y Biología de la EFPEM, porque desde el inicio del curso se da cuenta de la importancia de los aprendizajes previos de Matemáticas, ya que estos constituyen factor importante para el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

CAPÍTULO II

Fundamentación Teórica

2.1 ¿Qué son las matemáticas?

Las matemáticas se pueden concebir como una ciencia que propone y aplica modelos abstractos, los cuales a su vez son construidos en términos de relaciones precisas entre variables con al menos escala ordinal para las características de interés correspondientes, luego la diversidad de variables y de sus relaciones entre ellas, explica la variedad de modelos y de ramas de las matemáticas.

2.2 Problemática en el aprendizaje de las matemáticas

Investigaciones recientes que intentan explicar los fenómenos ligados al aprendizaje de las matemáticas han mostrado lo complejo que puede ser la adquisición de conocimientos.

Las metodologías de investigación para analizar la construcción de conceptos matemáticos cada vez son más científicas, y los resultados de las investigaciones demuestran que, en general, es importante abordar esta problemática, desde varios puntos de vista.

Uno de corte general, que tiene que ver, con la adquisición de conocimiento y consideraciones teóricas sobre la construcción de conceptos matemáticos; y otro, que tiene que ver directamente con la complejidad intrínseca del concepto matemático en cuestión.

Ambos puntos de vista, se deben de tratar desde una misma base teórica, partiendo de los principios para la educación matemática, hasta el análisis de las teorías generales y específicas del aprendizaje de las matemáticas.

2.3 Principios para la educación matemática

El National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), organización profesional de maestros de Matemáticas de los Estados Unidos de América publicó en el año 2000, el libro Principios y estándares de matemáticas para las escuelas, con la intención de que fuera un recurso y una guía para la educación matemática, desde Educación Infantil de 4 años hasta estudios de Bachillerato inclusive, de los ciudadanos del siglo XXI; los autores dicen que (2000, 11):

> "Las decisiones que toman los profesores, los administradores escolares y otros profesionales de la educación, respecto de los contenidos y el carácter de las matemáticas escolares, tienen consecuencias importantes para los estudiantes y para la sociedad. Estas decisiones deberían basarse en una guía profesional sólida. Principios y Estándares pretende proporcionar esta guía. Los principios describen las características particulares de una educación matemática de gran calidad. Los estándares describen los contenidos y procesos matemáticos que deberían aprender los estudiantes. Juntos, constituyen una propuesta para guiar a los educadores en sus esfuerzos por la continua mejora de la enseñanza de las matemáticas en las clases, en las escuelas y en los sistemas educativos".

En el estudio de la NCTM (2000), se indican los principios para las matemáticas escolares:

- ***Igualdad,*** altas expectativas y fuerte apoyo para todos los estudiantes. La excelencia en la educación matemática requiere igualdad, grandes expectativas y sólido apoyo para todos los estudiantes. Existe una creencia extendida en la sociedad, y también en parte del profesorado de que sólo algunos estudiantes son capaces de aprender matemáticas; la generalización del aprendizaje matemático conduce algunas veces a bajas expectativas para demasiados estudiantes. Las grandes expectativas pueden alcanzarse en parte con programas cuyos contenidos interesen a los alumnos y les convenzan de la importancia y la utilidad del estudio de las matemáticas para su porvenir. Los sistemas educativos están obligados a asegurar que todos los estudiantes participen en un programa de matemáticas excelente y equitativo, que proporciones un fuerte apoyo para el aprendizaje, y que debe considerar los conocimientos previos, las capacidades intelectuales y los intereses personales. Por consiguiente, los sistemas educativos tienen que atender las necesidades matemáticas individuales de todos los alumnos sin entorpecer el aprendizaje de otros: aquellos que prometen mucho en matemáticas y muestran un profundo interés en el estudio de las matemáticas avanzadas, necesitan las oportunidades adecuadas para alcanzar sus propósitos y, aquellos que tienen dificultades especiales de aprendizaje en matemáticas, deben tener el apoyo de los profesores y del personal de educación especial.

- ***Currículo,*** centrado en matemáticas importantes y bien articulado en los diferentes niveles. El currículo de matemáticas determina lo que los estudiantes pueden aprender y, en gran parte, lo que realmente aprenden. Un currículo coherente organiza e integra ideas matemáticas importantes para que los alumnos puedan ver como se conectan entre sí y se construyen unas sobre otras, lo que facilitará y aumentará la comprensión de los contenidos y su aplicación.
- ***Enseñanza,*** efectiva para que los alumnos aprendan bien. Para ser eficaces, los profesores deben conocer y entender profundamente las matemáticas que enseñan y ser capaces de hacer uso de ese conocimiento con flexibilidad. Necesitan comprender a sus alumnos, confiar en ellos, como aprendices de matemáticas y como seres humanos, y ser cuidadosos al elegir y utilizar las estrategias pedagógicas y de evaluación.
- ***Aprendizaje***, de las matemáticas comprendiéndolas y construyéndolas activamente. Aprender sin comprender ha sido un resultado frecuente de la enseñanza de las matemáticas, y ha sido objeto de una gran cantidad de discusiones e investigaciones por parte de psicólogos y educadores durante años. Los estudiantes que memorizan hechos y procedimientos

sin comprenderlo, frecuentemente no están seguros de cuándo o como utilizar lo que saben, lo cual vuelve el aprendizaje matemático bastante frágil. Cuando los estudiantes conectan de forma significativa y bien fundamentada los nuevos conocimientos a los ya existentes, las matemáticas cobran más sentido y se recuerdan y aplican más fácil y objetivamente. Aprender comprendiendo facilita la consecución de objetivos matemáticos como propiciar la autonomía del aprendizaje, esto se logra a través de un acceso constante a una enseñanza de gran calidad.

- ***Evaluación*****,** para apoyar el aprendizaje y proporcionar información útil tanto a profesores como alumnos. La evaluación es una parte integral de la práctica de la clase, utilizada continuamente por los profesores para recabar información sobre el progreso de sus alumnos y para diagnosticar la enseñanza y el aprendizaje, produce una mejora del aprendizaje de todos los estudiantes, tanto en los de alto rendimiento como en los de bajo rendimiento.
- ***Tecnología*****,** esencial, influye en las matemáticas que se enseñan y enriquece el aprendizaje. Mediante calculadoras y ordenadores los alumnos pueden examinar más representaciones o ejemplos que los que son posibles usualmente, y así pueden formular y explorar conjeturas fácilmente. La potencia gráfica de los instrumentos tecnológicos permite el acceso a modelos visuales que muchos estudiantes son incapaces de generar o no están dispuestos a hacerlo. Los instrumentos tecnológicos no sólo influyen en cómo se enseñan y aprenden las matemáticas, sino que también afectan a qué se enseña y a cuándo aparece un tema de currículo. De acuerdo con White (1982, 68), se califican como instrumentos tecnológicos, además de los ordenadores y las calculadoras, los instrumentos, utensilios, herramientas, materiales didácticos manipulativos, al menos los estructurados que han sido fabricados para su uso en la enseñanza y el aprendizaje, también se consideran como instrumentos tecnológicos, los bloques lógicos, los bloques aritméticos

multibase, los ábacos, las regletas, los geoplanos, los cuerpos geométricos, los equipos completos de metrología, los juegos de probabilidad, etc.

Los principios pueden inspirar los desarrollos curriculares, la selección de materiales, la programación de lecciones o unidades didácticas, las evaluaciones, la adscripción de alumnos y profesores a las clases, las decisiones para la enseñanza en las aulas y los planes de perfeccionamiento y desarrollo profesional del docente.

2.4 Acciones y responsabilidades para la realización de los principios

Los docentes y los alumnos son los protagonistas de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, las decisiones que toman los primeros cada día determinan la calidad y efectividad de la educación matemática que reciben los segundos, y la respuesta de éstos colaborará o no en la consecución de los logros deseados, pero ambos son sólo dos de las partes del complejo sistema educativo.

Los formadores del profesorado en ejercicio, los administradores educativos, los profesores universitarios encargados de la formación inicial del profesorado, las familias, los tutores, los miembros de la comunidad, las sociedades, colegios, organizaciones profesionales y los encargados de establecer la política educativa, poseen recursos, influencia y responsabilidades que pueden facilitar a los profesores y sus alumnos el éxito en la tarea que realizan en un institución educativa.

Dice Gairin (2001,124): “resulta de capital importancia fomentar la colaboración de los padres con la escuela a través de una exigencia de ayuda y de un proceso de información constante”. Comunicarse acerca de los objetivos matemáticos, los programas, la enseñanza y el aprendizaje, ayuda a las familias y otros educadores a entender la clase de educación matemática en la que están involucrados los alumnos, con lo que los profesores pueden conseguir reforzar sus esfuerzos.

De acuerdo con la NCTM (2000, 382), se reconoce que hay una necesidad urgente y cada vez mayor de formadores del profesorado de matemáticas, esto es, de especialistas situados entre los profesores de aula y la administración, que puedan ayudar a la mejora de la educación matemática. Los formadores deberían ser profesores con los conocimientos y la competencia necesaria necesarios para ayudar al profesorado a actualizar y perfeccionar sus conocimientos matemáticos y pedagógicos, por lo que ellos también deberían estar en un proceso de reciclaje continúo. Los profesores pueden beneficiarse mucho de los conocimientos y asesoramiento de los formadores, desde el apoyo cotidiano hasta la planificación y desarrollo de investigaciones metodológicas o de materiales curriculares.

La sociedad actual evoluciona con mayor rapidez que la de las décadas anteriores, evolución que afecta a todos los ámbitos, por lo que todos sus miembros necesitan comprender el cambo de objetivos y prioridades de las matemáticas escolares de comienzos del siglo XXI. Es responsabilidad de los profesores y los administradores escolares dar las explicaciones pertinentes para que las familias, los miembros de la comunidad comprendan dicho cambio, comprensión que además puede conseguir su participación en la mejora de la educación matemática o, cuando menos no dificultar las iniciativas planteadas. Los padres de familia necesitan saber de qué opciones disponen sus hijos y por qué es importante que reciban una educación matemática amplia, rigurosa y ante toda de alta calidad.

2.5 El aprendizaje de las matemáticas

Lovell (1986, 33) decía, “las matemáticas son, ante todo una actividad mental”, esta afirmación concuerda con el hecho que las matemáticas estudian las relaciones entre los contenidos matemáticos y las operaciones mentales o cálculos a que pueden dar lugar.

De acuerdo con D´Amore (2005,177), la formación de la capacidad matemática: el llamado Know How (saber hacer), incluye tanto el uso de conceptos, como de estrategias como el saber demostrar, el saber resolver; como de actividades algorítmicas como el saber calcular, el saber operar; como de actividades comunicativas como el lenguaje y símbolos matemáticos.

Algunas de estas capacidades tienen que ser aprendidas, retenidas y reproducidas, han de ser combinadas con otros conceptos, símbolos, métodos y demostraciones. El alumno para razonar matemáticamente necesita poseer los contenidos, aunque no sea capaz de definirlos verbalmente. (Lovell, 2005).

Diversos investigadores se han ocupado de intentar clasificar las actividades mentales que tienen lugar en el aprendizaje. Orton (1990, 122), indica que entre los más sobresalientes se pueden citar a: Polya (1945), que examinó el proceso de resolución de problemas matemáticos; Bloom y Cols (1956), que analizaron los objetivos de la educación en el campo cognitivo; Skemp (1971), que examinó los procesos que hay que adoptar al operar en matemáticas; Gagné (1977), que describió ocho tipos de aprendizaje, y Brown (1978), que señalo que existían cuatro tipos de aprendizaje matemático: memorización simple, aprendizaje algorítmico, aprendizaje conceptual y resolución de problemas.

En el análisis realizado por Orton (1990, 127), se indica que las cuatro categorías cognitivas de Brown, presentan una estructura adecuada para un análisis, porque se hallan ligadas de manera compleja en el proceso de aprendizaje, mientras que las tres primeras están más relacionadas con la resolución de problemas.

1) **Memorización Simple**: La disposición inmediata del conocimiento es evidentemente un factor de eficacia, por lo que la memorización de contenidos matemáticos es importante para su uso eficaz. Las matemáticas están compuestas por innumerables contenidos, como por ejemplo:

-palabras (multiplicador, perímetro, cateto, media aritmética).
-símbolos (+,- , x, %, <).
-hechos numéricos (tablas de operaciones, a^n x a^m = a^{m+n}).
-fórmulas ($A= \Pi r^2$).
-reglas (jerarquías de las operaciones).
-propiedades (conmutativa, asociativa, distributiva).
-etc.

Muchos de éstos contenidos no están asociados a algún conocimiento previo o no representan un hecho significativo para el alumno, y usualmente son memorizados desde temprana edad.

Ausubel, Novak y Hanesian (1990, 46), consideran que se precisa la repetición, pero es menos necesaria en aprendizajes significativos que en aprendizajes memorísticos y que en los aprendizajes significativos la retención es mayor, más duradera, que en los aprendizajes repetitivos. En otras palabras, la retención y la memorización son más fáciles si lo que se ha aprendido es significativo en relación con la estructura de conocimientos ya existente en la mente del que aprende.

Por lo parte, Lovell (1986, 87) indica que a medida que un alumno avanza a través de las matemáticas probablemente tendrá alguna necesidad de aprendizaje memorístico, sobre todo en relación con ciertos términos y determinados símbolos. El vocabulario y los símbolos matemáticos intervienen ciertamente en la conceptuación, porque capacitan al individuo para captar y aclarar los conceptos o actúan como un marco de referencia, además hacen que sea posible la comunicación de los pensamientos a otras personas, bien de palabra o escrito.

Por lo anterior, se concuerda con Orton (1990, 39), en el aprendizaje de las matemáticas, y sobre todo en los primeros años, es inevitable que esté presente el aprendizaje memorístico o por simple asociación.

2) **Aprendizaje de Algoritmos:** El aprendizaje de las matemáticas se interesa mucho por el aprendizaje de algoritmos, hasta el punto que durante años aprender matemáticas ha sido aprender a hacer las cuatro operaciones básicas.

La palabra “algoritmo”, procede de Al-Khwarizmi, el más conocido matemático musulmán de su época, también astrónomo y geógrafo. Mohammed Ibn Musa abu Djafar Al-Khwarizmi, que nació probablemente en el año 780 en la ciudad persa de Khawarizm (actual Khiva, en Uzbekistán) y falleció en Bagdad (Irak) hacia el año 850. Su nombre significa “Mohamed, hijo de Moisés, padre de Jafar, el de Khwarizm”.

Al definir algoritmo, de acuerdo con Bouvier y George (1984, 128), se entiende por algoritmo una serie finita de reglas a aplicar en un orden determinado a un número finito de datos para llegar con certeza a un resultado, en un número finito de pasos, cada uno de los es sólo una instrucción.

Dados los muy escasos conocimientos de la mayoría de la población hasta el siglo XVI, los cálculos numéricos los realizaban casi exclusivamente los abaquistas, personas que hacían las operaciones en tablas con bolas, o también con piedras, fichas u otros objetos, cálculo manipulativo, siguiendo una serie de instrucciones, algoritmos manipulativos.

A lo largo de la historia, la enseñanza y el aprendizaje de los algoritmos de las operaciones escritas es un saber al que se le ha dedicado una gran parte del tiempo escolar y que ha tenido siempre un espacio asegurado en los temarios, pero no se han enseñado siempre los mismos algoritmos ni de la misma forma. En la evolución de los algoritmos, Gómez (1996, 14) distingue cinco métodos predominantes:

-***el reglado***: Se daba mucha importancia a las pruebas de las operaciones, debido a que tradicionalmente el cálculo se efectuaba sobre soportes donde los resultados intermedios se borraban y era imposible repasar la operación, por lo que se hacía necesario efectuar la prueba. Desde entonces, los métodos de cálculo derivados del sistema de numeración decimal están esencialmente configurados como se conocen actualmente.

- ***el razonado***: Con el establecimiento, en los comienzos del siglo XIX, de un currículum obligatorio común para los estudiantes de un mismo nivel educativo, entre las materias de estudio se incluyó la aritmética, en cuya enseñanza se explicaba la lógica de las reglas de cálculo y el análisis de los motivos que la sustentan sin demostraciones, además se restringió a uno sólo los métodos de cálculo por operación.

- ***el de repeticiones:*** La enseñanza del cálculo está dominada por el método de las repeticiones, donde el aprendizaje mecánico, de una secuencia de pequeños pasos, tenía como objeto fundamental adquirir el automatismo, a base de repeticiones del acto.

- ***el intuitivo:*** Se trata de un empirismo razonado, pero con razonamientos apoyados siempre en imágenes muy concretas, para que las matemáticas sean una cuestión de comprender significativamente, con ejercicios prácticos que se relacionaban con la vida diaria.

- ***el orientado a la estructura:*** Aproximadamente alrededor de 1960, la enseñanza de la matemática se orienta hacia la comprensión de la estructura del contenido, entendida como los conceptos básicos de los procedimientos y las relaciones sobre las que se basan. Para que un algoritmo se aprenda con significado, se deben comprender sus relaciones estructurales con los conceptos de los Sistemas de Numeración Posicional como agrupamientos, órdenes de unidad, valor de la posición y formas equivalentes de escribir un número, y con las propiedades de las operaciones: conmutativa, asociativa y distributiva.

De acuerdo con el análisis realizado por Gómez (1996,16), estos métodos que surgieron como intento de solución a los problemas de su enseñanza, todos, sin excepción, han sido motivo de objeciones: el reglado, por ocultar la lógica de los procedimientos; el razonado, por requerir un nivel de reflexión para el que no están capacitados los estudiantes; el método de las repeticiones, por mecánico; el método intuitivo, por no mostrar la estructura de las matemáticas y centrarse en la materialización de los procedimientos y propiedades y, el método orientado a la estructura, porque desatiende la práctica, cuando no la elimina, ya que considera que los programas basado en los ejercicios prácticos no responden a las necesidades reales de los estudiantes.

El objetivo fundamental de la matemática es la resolución de problemas. En las aulas, se proponen y facilitan métodos algorítmicos o universales para resolver problemas, no se debe esperar a enseñar a los alumnos a aplicar bien los algoritmos al cálculo de las operaciones, para después pasar a resolver problemas que se relacionan con su entorno.

2.6 Teorías generales que fundamentan el aprendizaje de las matemáticas

Saber matemáticas, no es solamente saber definiciones, teoremas, identificar propiedades de números, magnitudes, polígonos u otros objetos matemáticos, para reconocer la ocasión de utilizarlos y aplicarlos, la persona que sabe matemáticas ha de ser capaz de usar los contenidos matemáticos para resolver problemas.

Las teorías del aprendizaje que tienen su origen en los trabajos que los psicólogos de la educación llevaron a cabo en los tres primeros cuartos del siglo XX presentan, algunas, características comunes entre ellas, y discrepancias notables con otras, lo que permiten agruparlas en dos grandes tipos de teorías. El primer tipo históricamente hablando, tiene una raíz conductual, conocida como “conductismo”, mientras que el segundo tiene una base cognitiva, conocida como “cognitivismo”.

2.6.1 El conductismo

Estas teorías del aprendizaje tienen su origen en los experimentos que psicólogos como Iván Petróvich Pavlov y Skinner realizaron con animales domésticos. Parece que Skinner sugería que lo que podía lograrse con animales también era posible conseguirlo con personas: éstas podían ser condicionadas para que mostrasen la conducta requerida.

Los enfoques conductistas conciben que aprender es el cambio de conducta que experimentan las personas como resultado de la adquisición de conocimientos. Este cambio se puede lograr condicionado, dirigido de un modo determinado por el instructor y puede ser descrito en términos de estímulo, respuesta y asociación: cuando el aprendiz da respuesta a un estímulo, se ha creado un vínculo, una asociación, cuya persistencia en la memoria es una cuestión de repetición y ejercicio.

Una importante opinión que permanece a través de la evolución de estas teorías es la de la eficacia del aprendizaje de estímulo-respuesta.

Como resultado de un estímulo específico surge la respuesta requerida. John B. Watson, conocido como padre del conductismo, fue el primero en los Estados Unidos en poner en práctica en el terreno del aprendizaje los hallazgos de

Pavlov, pero los representantes más notables del conductismo son Edward L. Thorndike, Burrhus Frederic Skinner y más recientemente Robert M. Gagné.

2.6.2 Thorndike: Leyes y transferencia del conocimiento

La teoría de Edward L. Thorndike (1.874-1.949) se conoce también como “aprendizaje por el éxito”, siguiendo tres leyes: del efecto, de la disponibilidad y del ejercicio.

1) **La ley del efecto**: una conexión, un vínculo, entre un estímulo y una respuesta se establece y refuerza si la respuesta va acompañada o inmediatamente seguida por una satisfacción, y se debilita si la respuesta va acompañada o inmediatamente seguida de insatisfacción.

2) **La ley de la disponibilidad:** asocia el deseo con el aprendizaje, siendo necesario querer, estar motivado, para que la conexión se establezca o active.

3) **La ley del ejercicio:** los vínculos se fortalecen con el uso y se debilitan con el desuso.

Hay una cierta aceptación de la ley del efecto. Si una respuesta es correcta y el alumno lo sabe, se logra la satisfacción y el alumno se ve reforzado. No obstante hay docentes que suponen necesario proporcionar satisfacción de un modo extrínseco, dando premios o reconocimientos. Un trabajo deficiente puede tener como consecuencia una nota baja, produce disgusto y, teóricamente, determina que no vuelva a repetirse semejante clase de trabajo.

En general, puede ser aceptada casi como un axioma la afirmación de que el éxito o el fracaso influyen más que cualquier cosa en el desarrollo de una actitud positiva o negativa hacia el trabajo escolar (Sorenson, 1971), de ahí la trascendencia de la ley de la disponibilidad.

A principios del siglo XX trabajos como los de Thorndike fueron las primeras manifestaciones de una psicología de la educación basada en el aprendizaje de contenidos, con respecto a los trabajos de este autor, Resnick y Ford, indican (1981, 52):

> "La teoría asociacionista de E. L. Thorndike, aplicada al aula, se ha utilizado para justificar el empleo de los ejercicios como método para formar y reforzar los vínculos estímulo-respuesta que se supone conforma el contenido de la aritmética. A pesar de que casi todos los ejercicios traen consigo incrementos en la velocidad y la precisión del cálculo, se han presentado varios argumentos contra su uso como método principal de enseñanza. El argumento principal es que los ejercicios no pueden desarrollar el pensamiento cuantitativo, porque interpretan las matemáticas como una colección de vínculos aislados, en vez de como un conjunto integrado de formaciones y de principios."

2.6.3 Skinner: aprendizaje programado

Después de los trabajos de Thorndike, durante los años treinta y cuarenta del siglo XX, el estudio por parte de los psicólogos del aprendizaje del contenido pasó de moda, hasta que en los años 50 del siglo XX empezó a cambiar la situación. Los psicólogos conductistas volvieron a interesarse por los problemas de la instrucción, y algunos, sobre todo Burrhus F. Skinner (1904-1990) y sus colaboradores, empezaron a aplicar sistemáticamente a la educación los principios del análisis conductual y de la teoría del refuerzo, en lo que ha venido a llamarse «condicionamiento operante», que se define como un proceso en el cual la frecuencia con que ocurre una conducta depende de las consecuencias que tiene esa conducta; la conducta que tiene consecuencias agradables para el sujeto se ve fortalecida y tiende a repetirse, y la conducta que tiene consecuencias negativas para el sujeto se debilita y tiende a desaparecer (Beltrán, 1987).

El reforzamiento ha constituido siempre una parte importante de los métodos docentes. A comienzos del siglo XX el reforzamiento estaba ampliamente basado en el temor: el miedo a incurrir en la ira del profesor, el miedo al castigo. Incluso hoy, algunos aspectos de la conducta de los alumnos en la escuela están fundados en su afán de evitar el castigo o el ridículo y no en un deseo de aprender.

2.6.4 Gagné: Jerarquías de aprendizaje

La forma moderna o actualizada de instrucción conductista se apoya en las ideas de Robert M. Gagné (1916-2002), sobre la jerarquía del aprendizaje y el análisis de las tareas que conforman la secuencia de instrucción.

Las jerarquías de aprendizaje de Gagné (1987, 123) indican que los diferentes requisitos previos pueden ser de distintas cualidades, es decir, hay dos tipos de jerarquías. Uno se refiere a la organización del conocimiento, y el otro a la jerarquía de los “tipos” de aprendizaje. La palabra “jerarquía” aplicada a cómo y en qué orden aprenden los estudiantes los contenidos matemáticos, es utilizada de varias maneras no todas ellas conductistas; en este sentido indica una cadena de destrezas, niveles, etapas o conceptos ordenados de simple a complejo.

2.6.5 El cognitivismo

La aparición de las teorías psicológicas como la de la Gestalt o la de Piaget, que ponían de relieve la existencia de estructuras psicológicas de conocimiento, vinieron a reforzar la importancia de la “comprensión”, apoyada en la construcción de dichas estructuras, por encima del adiestramiento algorítmico que caracterizaba la enseñanza tradicional. El conocimiento no proviene de la acumulación de contenidos, sino de la adquisición de estructuras o sistemas de relaciones organizadas subyacentes, no proviene del exterior sino que debe elaborarse desde dentro.

Mientras el conductismo en sus diversas formas fue un modelo adecuado para el aprendizaje de conceptos y estrategias de nivel bajo, resultó totalmente inadecuado para explicar cómo se descubre una relación, cómo se demuestra un teorema o cómo se resuelven problemas. La práctica y los refuerzos repetidos no pueden hacer a alguien un matemático creativo ya que estas estrategias no favorecen la creación de nuevas ideas (Romberg, 1993).

2.6.6 El procesamiento de la información

A partir de la década de los 50 del siglo XX se configura un nuevo paradigma en psicología cuyo objetivo fundamental es el análisis de los procesos mentales, se trata del paradigma cognitivo, también llamado “procesamiento de la información”, por su preocupación por las manipulaciones sistemáticas de datos en la mente humana.

Su origen está asociado a una serie de acontecimientos científicos, tecnológicos y sociales que propician el cambio de enfoque de la psicología, entre ellos, la teoría de la comunicación, que sugirió a los psicólogos la analogía entre la mente y los canales de transmisión de información; las teorías de aprendizaje, basadas en presupuestos asociacionistas y conductistas, que entran en crisis; pero sobre todo el desarrollo de los ordenadores, que causa un impacto decisivo en la consolidación del nuevo paradigma, sustituyendo la analogía del canal de comunicación. (Rodrigo, 1985).

La similitud entre la mente y los ordenadores proporcionaba un magnífico apoyo conceptual a la naciente psicología cognitiva. Se piensa que ambos sistemas admiten información, la procesan y producen una respuesta. De esta manera se considera al sistema humano de conocimiento como un sistema de procesamiento de la información, es decir, un sistema de receptores, memorias y efectores, así como los proceso para actuar sobre ellos. Las memorias contienen datos o información y programas de procesos de información.

En el enfoque de procesamiento de la información se considera la memoria como un elemento clave en el aprendizaje, pues el objetivo es el almacenamiento de la información en la memoria semántica o memoria a largo plazo, y el recuerdo a partir de ésta; jugando un papel importante las redes semánticas o mapas conceptuales como representaciones de las estructuras del conocimiento.

Uno de los campos de las Matemáticas donde más ha florecido este modelo corresponde con aquel en el que se pueden identificar algoritmos, especialmente algoritmos de cálculo. El procesamiento de la información ha conseguido también analizar los componentes básicos que se dan en la solución de problemas y realizar su simulación mediante un ordenador.

2.6.7 Gestalt

La teoría de la Gestalt que nace en Alemania y es exportada a USA en los años veinte del siglo pasado, introduce la comprensión intuitiva (insight) en el aprendizaje de las matemáticas.

Una “Gestalt” es la percepción de una estructura o forma completa como algo más que, simplemente las partes que la constituyen.

La tesis central de la psicología de la Gestalt radica en que la mente trata de interpretar las sensaciones y las experiencias que le llegan como un conjunto organizado y no como una colección de unidades de datos separados, en que está dominada por una tendencia innata a buscar buenas gestalts o equilibrios psicológicos.

El más destacado psicólogo de la Gestalt, en el período de evolución de la teoría, fue Max Wertheimer (1880-1943) que se preocupó especialmente del aprendizaje y de la enseñanza de las matemáticas. Wertheimer estaba interesado en demostrar lo que él llamaba “pensamiento productivo”, o pensamiento basado en una apreciación de la estructura, lo anterior lo puso de manifiesto por medio de su demostración favorita, el problema del paralelogramo y sugirió lo que implicaba este pensamiento productivo. (Rodrigo, 1942).

La visión gestáltica de la resolución de problemas afirma que el insight surge de una comprensión del problema como un todo y de la relación de las partes con el todo. Los profesores, pueden ayudar al alumno a aprender, proporcionándoles experiencias en las que la estructura sea evidente, o guiándolos u orientándolos hacia la estructura.

2.6.8 Jean Piaget: Equilibración y etapas de desarrollo

Las obras de Jean W.F. Piaget (1896-1980) presentan una visión de las estructuras cognitivas algo diferente del movimiento de la Gestalt.

Debido a su insistencia en que el insight era inmediato y en que la comprensión subsiguiente era relativamente completa, la psicología de la Gestalt no parecía preocuparse de cómo se iba fortaleciendo el conocimiento de las relaciones hasta el punto en que era posible tal insight y reconocimiento. Tampoco parecía preocupar a los gestálticos cómo podían cambiar a lo largo del tiempo las capacidades de reconocimiento y de insight de las personas. Por el contrario, Piaget se preocupó específicamente del proceso y del desarrollo del pensamiento. También creía que las características fundamentales del pensamiento humano se podían comprender en término de las proposiciones y relaciones lógicas que expresaba la conducta humana. Tanto su interés por la lógica, como por su preocupación por cómo se modifica el pensamiento durante el crecimiento y la experiencia, le permitieron dar forma a su definición de estructura cognitiva.

Piaget tiene reconocimiento en el ámbito educativo, por sus estudios extensos sobre el desarrollo del pensamiento de los niños. La mayor parte de los estudios de su obra ponen de manifiesto sobre todo la idea de las etapas del desarrollo.

Para Piaget el conocimiento físico es el conocimiento de las propiedades de los objetos, y resulta directamente de la acción sobre los mismos objetos (abstracción simple); en cambio, el conocimiento lógico-matemático no surge ya de las acciones en sí, sino de la reflexión sobre dichas acciones, de la libre coordinación, interiorizada, de tales acciones (abstracción reflexiva), por ejemplo, cuando un niño descubre que el resultado de contar los objetos de un conjunto, es independiente del orden que atribuya a los elementos que cuenta.

Mientras el origen del conocimiento físico está fundamentalmente en los objetos, el del conocimiento lógico-matemático está en el sujeto, en la actividad lógica del sujeto.

Piaget considero el desarrollo intelectual del mismo modo que el crecimiento físico; así, cuando nuevas ideas inciden sobre otras ya existentes, puede suceder que induzcan un conflicto, un desequilibrio mental, que la persona trata de resolver, con un efecto como de reacción, que Piaget denomino “equilibración”. Para explicar este fenómeno introdujo las ideas de “Asimilación” como una adopción o incorporación de nuevos datos a las estructuras ya existentes, y de “Acomodación” como la modificación y enmienda de las estructuras existentes para hacer posible la asimilación. Estos dos aspectos de equilibración se producen juntos y son inseparables.

La disponibilidad para el aprendizaje viene determinada por la idoneidad del bagaje cognitivo que posee el estudiante para enfrentar con los requisitos de una determinada nueva tarea de aprendizaje, (Piaget, 1975).

Esta idoneidad abarca dos aspectos: por un lado los conocimientos previos específicos que se poseen en relación con la materia a aprender y por otro lado, el estado de desarrollo intelectual o madurez cognitiva del individuo.

La teoría del Piaget ofrece una clara consideración de la disponibilidad. En ella se afirma que los niños no están preparados para las matemáticas que dependan de la adquisición de la conservación de la cantidad si no han alcanzado la etapa del desarrollo intelectual en la que la conservación es una de las características definitorias. Igualmente los alumnos no están preparados para las matemáticas basadas en la razón y en la proporción si no han llegado a la etapa en la que se domina la proporcionalidad.

Dice Piaget que en la génesis de la noción de número, los conceptos ºentre las capacidades del estudiante y el contenido y procedimientos de la enseñanza de la matemática.

2.6.9 Bruner: El currículo en espiral

A mediados del siglo XX, comienza un periodo de re-evaluación y reforma del currículo, centrado en las matemáticas y en las ciencias, en el que se celebraron dos conferencias que darían forma a las aspiraciones de muchos profesores de matemáticas en la década siguiente.

Una de ellas fue realizada en el año 1959 en Woods Hole, Massachusetts, USA, reuniendo a psicólogos, pedagogos, matemáticos y físicos para considerar los principios generales y las propuestas sobre la naturaleza del aprendizaje y de la enseñanza en matemáticas y en ciencias.

Otra conferencia realizada en el año 1963 en Cambridge, Massachusetts, exploro la posibilidad de ampliar de manera considerable la enseñanza de las matemáticas en las escuelas.

Las dos conferencias antes enunciadas , ante la interrogante de cómo se debía conseguir que el aprendizaje de las matemáticas tuviese sentido, reconocieron la necesidad de que la enseñanza de las matemáticas fuera estructurada de forma que las interrelaciones entre los conceptos quedaran puestas de relieve, así como las estructuras conceptuales que subyacen a los distintos procedimientos matemáticos, es decir, apostar por enseñar las estructuras matemáticas, no necesariamente las algebraicas, optar por un enfoque más conceptual y comprensivo de la enseñanza de las matemáticas.

Aunque no se puede asegurar hasta qué punto los reformadores del currículo de los años 60 del siglo XX, se apoyaron en la psicología como marco teórico de referencia intelectual para las nuevas propuestas didácticas; el nombre del psicólogo Jerome S. Bruner (1915), se suele asociar mucho al movimiento estructuralista.

Bruner asume el problema del cómo enseñar y mantiene que los alumnos cuyas estructuras cognitivas no alcancen los grados de complejidad adecuados para asimilar las estructuras matemáticas pueden acceder a ellas de forma intuitiva e incluso emprender generalizaciones y abstracciones aun cuando sólo perciban parte de los relacionado y lo generalizado. Sus experimentos en el aula se refirieron sobre todo al aprendizaje de las matemáticas.

Investigó sobre los procesos cognitivos propios del pensamiento y del aprendizaje, y tomando como base las ideas de Piaget sobre el desarrollo, empezó a examinar los procesos cognitivos de los niños, centrándose en cómo representan mentalmente los conceptos e ideas que van aprendiendo, describiendo tres modos de representación: enactiva, icónica y simbólica. (Bruner, 1966).

El enactivo es un modo altamente manipulativo que opera solamente a través de la acción, por ejemplo, la manipulación de materiales concretos para el inicio del aprendizaje de la adición de números naturales. La representación enactiva es la más elemental, la menos elaborada, es la única manera por la que los niños pequeños pueden recordar las cosas, pero puede poseerla tanto el adulto como el niño.

El modo icónico, separa un paso de lo concreto y de lo físico para entrar en el campo de las imágenes mentales. Se recupera en la memoria como una imagen mental figurativa que permite no sólo recordar el hecho sino también recrearlo mentalmente cuando sea necesario, de manera abreviada, presentando los detalles más importantes. Bruner afirma (1966, 36), que el punto culminante de esta fase se encuentra entre los cinco y los siete años. Finalmente, sucede algo muy especial cerca de la adolescencia, cuando el lenguaje es cada vez más importante como medio de pensar.

El modo simbólico, es la manera de capturar las experiencias en la memoria, tiene como base la competencia lingüística, aunque evidentemente en matemáticas la representación simbólica hace referencia no sólo a definiciones conceptuales sino a relaciones, propiedades, estrategias, y supone la forma más elaborada de representación. Cuando los niños empiezan a escribir representaciones matemáticas, utilizando números y signos de operación como

+, -, x, / , =, están empezando a utilizar la representación simbólica, como también comienzan a utilizar su capacidad de leer estas notaciones matemáticas, para posteriormente empezar a pensar, en las actividades o operaciones que pueden realizar, en términos de los signos simbólicos, lo cual lleva a los niños a un tipo de aprendizaje y pensamiento más abstracto y flexible.

A diferencia de la teoría de Piaget que considera necesario esperar hasta que el niño esté preparado con disponibilidad cognitiva antes de intentar enseñarle conceptos que dependen de que el niño posea capacidades correspondientes a las operaciones concretas o formales; la teoría de Bruner, se preocupa más directamente de las aplicaciones en el aula, como lo indica (1960, 51), al afirmar que cualquier materia puede ser enseñada efectivamente, en alguna forma honradamente intelectual, a cualquier niño en cualquier fase de su desarrollo. El medio para una educación de este tipo sería un “currículo en espiral”, en el que los temas irían apareciendo una y otra vez, es decir, las estructuras matemáticas se pueden ir formando en las mentes de los estudiantes a base de proporcionarles experiencias que les permitan desarrollar representaciones enactivas, icónicas y simbólicas de los conceptos en ese orden.

2.6.10 Aprendizaje por descubrimiento: Resolución de problemas

La creciente insatisfacción con el vacio formulismo de gran parte de la educación de finales del siglo XIX y principios del XX; con que el currículo no se relacionara con la experiencia cotidiana del niño; y con la verbalización y la memorización mecánica de los contenidos, junto con la concepción de Piaget del conocimiento como resultado de un proceso de acción sobre la realidad y como construcción estrictamente personal, provocó que en el ámbito educativo se fuera extendiendo la idea de que todo aprendizaje verbal es verbalismo inútil, acentuando por el contrario la experiencia directa, inmediata, como condición imprescindible para la solución adecuada de problemas y realizando el acto de descubrimiento, constituyéndose todo esto en fundamento de un movimiento pedagógico que se le puede denominar en forma genérica “aprendizaje por descubrimiento”.

Al aprendizaje por descubrimiento, también se le conoce como aprendizaje por investigación, o también como enseñanza basada en la investigación en el aula.

Este aprendizaje recalca el descubrimiento como mejor manera de enseñar conceptos nuevos en matemáticas y en otros campos. En el aprendizaje por descubrimiento, el contenido principal de lo que ha de aprenderse se debe descubrir de manera independiente antes de que se pueda asimilar dentro de la estructura cognitiva. Como Bruner afirma (1966, 72), se alude a la actividad mental de reordenar y transformar lo enseñado, de forma que el sujeto tiene la posibilidad de ir más allá de lo simplemente dado.

Bruner (1960, 40), afirmaba que al operar con las matemáticas en el aprendizaje por descubrimiento se estimulaba el aprendizaje de esta materia, que provocaba el desarrollo de una concepción de las matemáticas más como proceso que como producto acabado, y que se consideraba al descubrimiento como intrínsecamente estimulante para los alumnos.

Mientras, Ausubel (2002, 91), señaló que el aprendizaje por descubrimiento no era el único modo a través del cual un profesor podía generar en los alumnos motivación, seguridad en sí mismos y deseo de aprender. La enseñanza expositiva buena era igualmente capaz de interesar y de inspirar a los alumnos. El descubrimiento puede desmotivar gravemente cuando no se descubre nada.

Una actividad predominante en el aprendizaje por descubrimiento es la resolución de problemas, a la que en matemáticas se le ha prestado una considerable atención en los últimos años, así como al modo de ayudar a los alumnos a obtener mejores resultados de dicha actividad. Los problemas y su resolución desempeñan un rol esencial en el aprendizaje de los contenidos matemáticos y en ayudar a establecer conexiones entre los distintos bloques de contenidos.

2.7 Teoría del aprendizaje

Probablemente, si un maestro tuviera una varita mágica, trataría posiblemente de poner en blanco la mente de los alumnos, con una blancura que le permitiera ir escribiendo todo aquello que necesita que aprendan. El maestro con su varita mágica tendría un buen trabajo en ir borrando las mentes de los alumnos hasta dejarlas como “pizarras limpias”.

En la realidad, las mentes de los alumnos distan mucho de parecerse a pizarras limpias, y la concepción constructivista asume este hecho como un elemento central en la explicación de los procesos de aprendizaje y enseñanza en el aula. Aprender cualquiera de los contenidos escolares suponen desde esta concepción, atribuir un sentido y construir los significados implicados en dicho contenido. Ahora bien, esta construcción no se lleva a cabo partiendo de cero, ni siquiera en los momentos iniciales de la escolaridad. El alumno construye personalmente un significado (o lo reconstruye desde el punto de vista social) sobre la base de los significados que ha podido construir previamente. Justamente gracias a esta base es posible continuar aprendiendo, continuar construyendo nuevos significados. Todo esto se logra con la inteligencia que incide directamente en el rendimiento que posee un alumno.

La inteligencia parece ser algo que se desarrolla a lo largo de un patrón indeterminado, dado un ambiente normal; mientras el rendimiento es el producto final de un proceso activo de aprendizaje, alentado por la enseñanza y el aprendizaje escolar.

Con respeto a la conceptualización de la inteligencia, Gage & Berliner (1990,13) indican:

> “Todo el mundo sabe lo que es la inteligencia. Es brillantez, “agudeza”, habilidad para resolver problemas y comprenderlo todo rápidamente, capacidad para aprender de la experiencia, y mucho más. La inteligencia “explica” por qué algunos estudiantes parecen aprender fácilmente, mientras otros, en la misma clase, con los mismos libros y maestros, encuentran gran dificultad para hacerlo.”

Al entender la inteligencia como una serie de distintos procesos mentales, pasamos a considerar a la inteligencia como algo entrenable. Por lo anterior es necesario definir el concepto de las inteligencias múltiples.

Howard Gardner (1983), hizo a un lado la tradición psicométrica al preguntarse cómo podría organizarse la inteligencia tomando en cuenta las bases literarias que posee, en la evidencia neurológica, las descripciones de genialidad y deficiencia, y los informes antropológicos sobre diversas personas y prácticas. Su erudición le permitió postular la teoría de que existen por lo menos siete tipos distintos de inteligencia y que éstas son apenas ligeramente independientes:

Inteligencia lingüística: Este tipo de inteligencia es vista en sus formas extremas en la habilidad del poeta o del escritor. Es la que se conoce comúnmente como inteligencia verbal. Incluye la habilidad para usar el vocabulario, hacer análisis verbales, comprender material verbal complejo y entender metáforas.

Inteligencia musical: Ésta se manifiesta en el genio de un Mozart, un Ricardo Arjona o un John Lennon, o en el desarrollo promedio del talento musical en cualquier niño que aprende a tocar algún instrumento con el método Suzuki.

Inteligencia lógico-matemática: Entre sus representantes están el genio matemático y todos aquéllos involucrados en la larga cadena de razonamientos requeridos en Química, Física, Biología, por ejemplo. La Aritmética, El Algebra y la Lógica simbólica demandan esta forma de inteligencia.

Inteligencia espacial: Ésta se ve claramente en el trabajo de arquitectos y de ingenieros, en el cual es necesario mostrar una destacada habilidad espacial. Se mide a través de pruebas en las que los sujetos deben de buscar figuras escondidas en diagramas, o en las que deben rotar mentalmente en el espacio ciertos objetos y describir los cambios que van a presentar si ruedan, se lanzan o se parten en dos.

Inteligencia kinestésica: Este tipo de inteligencia se presenta en atletas, bailarinas y acróbatas. Representa una conciencia casi perfecta del control del cuerpo.

Inteligencia intrapersonal: Ésta es la forma de conocimiento de uno mismo que se ve frecuentemente en la gente religiosa, o en la que tiene un conocimiento profundo de sus sentimientos y del funcionamiento de su cuerpo, como por ejemplo: los fakires hindúes.

Inteligencia interpersonal: Ésta forma de inteligencia es comúnmente considerada como inteligencia social. Tiene que ver con la habilidad de hacer uso de claves sutiles en ambientes sociales complejos como la familia, las amistades, la escuela, las agrupaciones y el vecindario.

Existen buenas razones para aceptar las ideas de Gardner, primero por las evidencias que se tienen: personas que pierden el habla pero no su talento musical, la gente que puede multiplicar correctamente dos números de siete dígitos cada uno en cuestión de segundos, pero que están recluidos en instituciones para retardados, la gente que puede dibujar bellamente pero que difícilmente puede hacer otra cosa.

Los casos anteriores sirven como argumentos a favor de sistemas separados en el cerebro para el procesamiento de talentos musicales, matemáticos y artísticos.

Por lo anterior es importante nutrir las distintas formas de inteligencia de un alumno, ya que esto favorece que un mayor número de alumnos tengan éxito en sus estudios. Hay que recordar que el éxito es el principal motivador del aprendizaje.

En la práctica actual se mide la inteligencia con pruebas, mediante las cuales se seleccionan, ubican y aconsejan a los alumnos debido a su capacidad predictiva del éxito en programas educativos.

Las pruebas de inteligencia difieren de las pruebas de rendimiento, las cuales miden la ejecución real en las materias de estudio. El contenido de las pruebas de inteligencia no se enseña en forma explícita, por lo general, mientras que el contenido de las pruebas de rendimiento sí se enseña o se debiera de enseñar de esa manera en las escuelas. Las pruebas de inteligencia miden más actividades fluidas; las de rendimiento, conocimientos cristalizados.

2.7.1 Definiciones y tipos de aprendizaje

Gran parte de la confusión prevaleciente acerca de la naturaleza del aprendizaje refleja el hecho de que, durante mucho tiempo, la mayoría de los psicólogos han tendido a incluir muchos tipos de aprendizaje *cualitativamente* diferentes en un solo modelo explicativo.

Por consiguiente, desde el punto de vista del desarrollo del aprendizaje escolar, ningún interés teórico es más esencial ni urgente en el estado actual de los conocimientos, que la necesidad de distinguir con toda la claridad los principales tipos de aprendizaje (por repetición y significativo, de formación de conceptos, y verbal y no verbal de resolución de problemas) que pueden tener lugar en el salón de clases.

Todo el aprendizaje en el salón de clases puede ser situado a lo largo de dos dimensiones independientes: la dimensión repetición – aprendizaje significativo y la dimensión recepción- descubrimiento.

En el pasado se generó mucha confusión al considerar axiomáticamente a todo el aprendizaje *por recepción*(es decir, basado en la enseñanza explicativa) como *repetición,* y a todo el aprendizaje *por descubrimiento como significativo.*

En realidad, los dos tipos de aprendizaje pueden ser significativos, debido a que: 1) si el alumno emplea una actitud de aprendizaje significativo (una disposición para relacionar de manera significativa el nuevo material de aprendizaje con su estructura existente de conocimiento), y 2) si la tarea de aprendizaje en sí es potencialmente significativa (si consiste en sí de un material razonable o sensible y si puede relacionarse de manera sustancial y no arbitraria con la estructura cognoscitiva del estudiante particular).

En el aprendizaje *por recepción* el contenido principal de la tarea de aprendizaje simplemente se le presenta al alumno; él únicamente necesita relacionarlo activa y significativamente con los aspectos relevantes de su estructura cognoscitiva y retenerlo para el recuerdo o reconocimiento posteriores, o como una base para el aprendizaje del nuevo material relacionado.

En el aprendizaje *por descubrimiento*, el contenido principal de lo que ha de aprenderse se debe descubrir de manera independiente antes de que se pueda asimilar dentro de la estructura cognoscitiva.

Por razones lógicas, la mayor parte del aprendizaje en el salón de clases, especialmente el de los alumnos de mayor edad, es aprendizaje por recepción o aprendizaje significativo.

2.7.2 Ausubel: del aprendizaje previo al aprendizaje significativo

La mente de los alumnos distan mucho de parecerse a pizarras limpias, al momento de ingresar a las aulas universitarias, la concepción constructivista asume este hecho como un elemento central en la explicación de los procesos de aprendizaje y enseñanza en el aula.

Aprender cualquiera de los contenidos escolares supone desde esta concepción atribuir un sentido y construir los significados implicados en dicho contenido. Ahora bien, esta construcción no se lleva acabo partiendo de cero, ni siquiera en los momentos iniciales de la escolaridad. El alumno construye personalmente un significado sobre la base de los significados o aprendizajes que ha podido construir previamente, esta es la base que contribuye que el estudiante continúe aprendiendo, es decir construyendo nuevos significados o conocimientos.

De acuerdo con Ausubel (1983, 88), los aprendizajes previos son ideas o conocimientos previos que los alumnos han construido sobre determinados temas, tópicos o conceptos.

El origen de los aprendizajes previos es diverso pero básicamente, se agrupa en tres categorías: concepciones espontáneas, construidas en el intento de dar una explicación; concepciones transmitidas socialmente, construidas por creencias compartidas en el ámbito familiar y/o cultural; y concepciones analógicas, en las que se activan otras ideas por analogía que permiten dar significado a determinadas áreas del conocimiento.

Organizar la enseñanza desde los aprendizajes previos que ya poseen los alumnos es fundamental puesto que, frente a una nueva información o a un nuevo material, los alumnos ponen en juego conocimientos anteriores, a partir de los cuales interpretan los nuevos contenidos.

Los aprendizajes previos no sólo permiten contactar inicialmente con el nuevo contenido, sino que, además son los fundamentos de la construcción de los nuevos significados.

Un aprendizaje es tanto más significativo cuantas más relaciones con sentido es capaz de establecer el alumno entre lo que ya conoce, sus aprendizajes previos y el nuevo contenido que se le presenta como objeto de aprendizaje.

El fundamento del aprendizaje significativo radica en la relación que pueda establecer el alumno entre el nuevo material y las ideas y aprendizajes previos pertenecientes a la estructura cognitiva que lo caracteriza.

El ser humano tiene la disposición de aprender -de verdad- sólo aquello a lo que le encuentra sentido o lógica. El ser humano tiende a rechazar aquello a lo que no le encuentra sentido.

Se considera que el único auténtico aprendizaje es el aprendizaje significativo, que es un aprendizaje con sentido. De hecho, cualquier otro aprendizaje será puramente mecánico, memorístico, coyuntural: aprendizaje para aprobar un examen, para ganar la materia, etc.

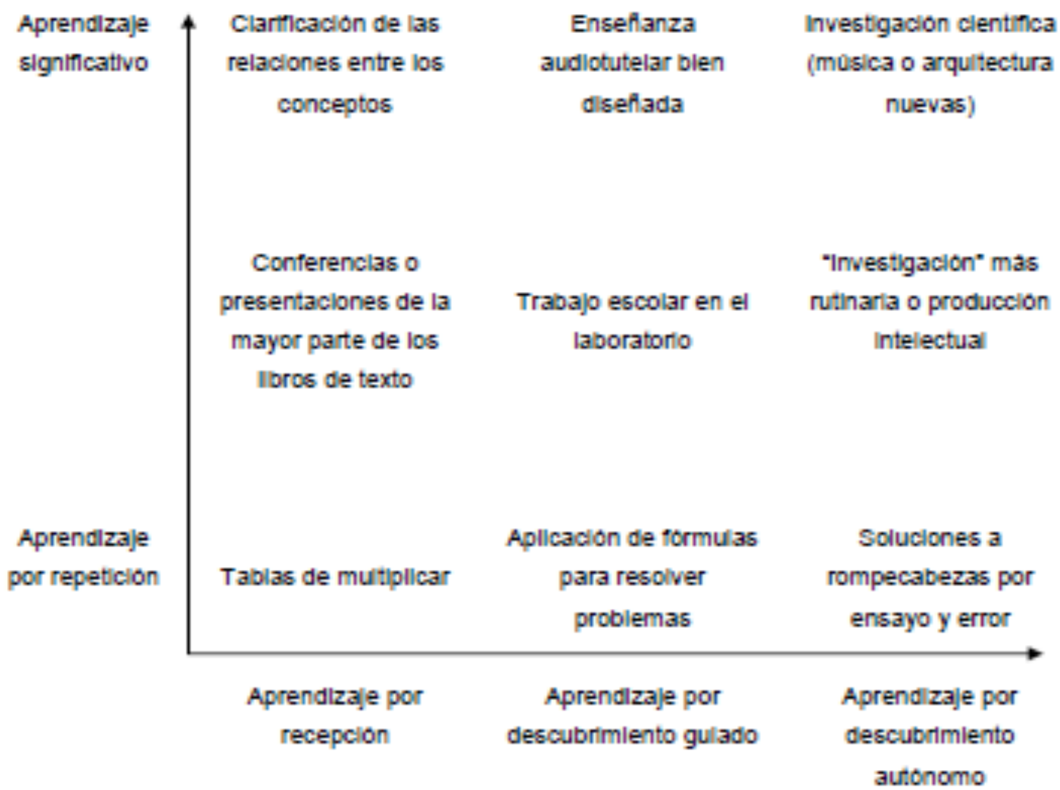
El aprendizaje significativo básicamente está referido a utilizar los conocimientos previos del alumno para construir un nuevo aprendizaje. Siguiendo el concepto de mediación pedagógica, El profesor se convierte sólo en el mediador entre los conocimientos y los alumnos, los alumnos participan en lo que aprenden; pero para lograr la participación del alumno se deben crear *estrategias* que permitan que el alumno se halle dispuesto y motivado para aprender. Gracias a la motivación que pueda alcanzar el maestro, el alumno almacenará el conocimiento impartido y lo hallará significativo o sea importante y relevante en su vida diaria.

Las diferencias fundamentales que presenta el aprendizaje significativo comparado al aprendizaje memorístico (Novak y Gowin, 1993) indican que es un aprendizaje relacionado con experiencias, con hechos u objetos, con una Implicación afectiva para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores.

David Ausubel, Joseph Novak y Helen Hanesian (1990,29), especialistas en psicología dela educación en la Universidad de Cornell, diseñaron la *teoría del aprendizaje significativo,* como el primer modelo sistemático de aprendizaje cognitivo, en el cual para aprender es necesario relacionar los nuevos aprendizajes a partir de las ideas previas del alumno.

En el aprendizaje significativo, el nuevo conocimiento dependerá de lo que el alumno ya sabe, o dicho de otra forma, se comienza a construir el nuevo conocimiento a través de conceptos que ya se posee, o aprendizajes previos. El aprendizaje será por la construcción de redes de conceptos, agregándoles nuevos conceptos, como por ejemplo mapas conceptuales.

El aprendizaje por descubrimiento se puede situar en una continua recepción-descubrimiento y el aprendizaje significativo en otro continuo repetición-significativo. Loa aprendizajes por repetición y significativo no son completamente dicotómicos, ambos tipos de aprendizaje pueden darse en la misma tarea de aprendizaje, por lo que no pueden ser colocados en polos opuestos del mismo continuo. Esta misma distinción también se aplica a la distinción entre los aprendizajes por recepción y por descubrimiento. Estas relaciones se muestran en la siguiente figura, en la cual Ausubel considero las dos dimensiones del aprendizaje como perpendiculares. (Ausubel, Novak y Hanesian, 1990):



Un segundo aspecto, igualmente importante, lo enuncian Ausubel, Novak y Hanesian (1990,45) cuando afirman que “el mismo proceso de adquirir información produce una modificación tanto en la información adquirida como en el aspecto específico de la estructura cognoscitiva con la cual aquella está vinculada”. En consecuencia, para aprender significativamente el nuevo conocimiento debe interactuar con la estructura de conocimiento existente. En esta línea, Ausubel (2002,23) plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, entendiendo por “estructura cognitiva“, al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización.

Lo crucial pues no es cómo se presenta la información, sino como la nueva información se integra en la estructura de conocimiento existente.

Desde esta consideración, en el proceso de orientación del aprendizaje, es de vital importancia conocer la estructura cognitiva del alumno; no sólo se trata de saber la cantidad de información que posee, sino cuales son los conceptos y proposiciones que maneja así como de su grado de estabilidad. Los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel, ofrecen el marco para el diseño de herramientas metacognitivas que permiten conocer la organización de la estructura cognitiva del educando, lo cual permitirá una mejor orientación de la labor educativa, debido a que ésta ya no se verá como una labor que deba desarrollarse con “mentes en blanco” o que el aprendizaje de los alumnos comience de “cero”, pues no es así, sino que, los educandos tienen una serie de experiencias y conocimientos que afectan su aprendizaje y pueden ser aprovechados para su beneficio.

Un tercer aspecto en la teoría del aprendizaje significativo se basa en que los conceptos tienen diferente profundidad, es decir, que los conceptos deben ir de lo más general a lo más específico. Consecuentemente, el material instruccional o pedagógico que se elabore deberá estar diseñado para superar el conocimiento memorístico general y tradicional de las aulas y lograr un aprendizaje más integrador, comprensivo, de largo plazo, autónomo y estimulante.

2.7.3 Las condiciones del aprendizaje significativo

Para que se produzca un aprendizaje significativo es preciso que tanto el material que debe aprenderse como el sujeto que debe aprenderlo cumplan ciertas condiciones, de acuerdo con Ausubel (2002,29) en cuanto al material, es preciso que no sea arbitrario, es decir que posea significado en sí mismo. Un material posee significado lógico o potencial si sus elementos están organizados y no solo entrelazados.

Es difícil que puedan aprenderse significativamente aquellos materiales que no tienen significado. Y, durante varias décadas, el estudio del aprendizaje humano en los laboratorios de psicología se ha basado en materiales sin significado potencial, como sílabas sin sentido o dígitos. Para que haya aprendizaje significativo, el material debe estar compuesto por elementos organizados en una estructura, de tal forma que las distintas partes de esa estructura se relacionen entre sí de modo no arbitrario.

Al margen de los numerosos motivos que un alumno puede tener para no interesarse en relacionar o aprender significativamente un material, Ausubel (2002:56), señala dos situaciones frecuentes en la instrucción que determinan la predisposición para el aprendizaje significativo en el alumno, induciendo un aprendizaje memorístico:

> "Una razón de que se desarrolle comúnmente en los alumnos una propensión hacia el aprendizaje repetitivo en relación con materiales potencialmente significativos consiste en que aprenden, por triste experiencia, que las respuestas sustancialmente correctas, que carecen de correspondencia literal con lo que les han enseñado, no son válidas para algunos profesores.
>
> Otra razón consiste en que, por un nivel generalmente elevado de ansiedad o por experiencias de fracasos crónicos en un tema dado..., carecen de confianza en sus capacidades para aprender significativamente y de ahí que, aparte del aprendizaje por repetición, no encuentren ninguna otra alternativa que el pánico".

En otras palabras, el aprendizaje significativo es producto siempre de la interacción entre un material o una información nueva y la estructura cognitiva preexistente. En último extremo, los significados son siempre una construcción individual, íntima, ya que la comprensión o asimilación de un material implica siempre una deformación personal de lo aprendido. Sin embargo, esto no es incompatible con la idea ausubeliana de que la mayor parte de los significados se reciben, no se descubren.

2.7.4 Vygotsky: Aprendizaje sociohistórico

Se conoce con el nombre de enfoque sociohistórico o escuela sociohistórica a la corriente psicológica surgida en la Rusia postrevolucionaria de comienzos del siglo XX que, partiendo de un análisis marxista de la realidad, tiene su origen en la tesis propuesta por Lev S. Vygotsky (1896-1934), cuya obra inacabada empezó a ser conocida y apreciada en el mundo occidental hacia 1960 y que con la publicación de Krutetski (1976) sirvió para popularizar estas ideas en el campo de la enseñanza de las matemáticas.

Tanto Vygotsky como Ausubel, dentro del aprendizaje por reestructuración, intentan conciliar los procesos de aprendizaje asociativo con la reestructuración, concediendo para ello una mayor importancia a los procesos de instrucción.

La posición de Vygotsky con respecto al aprendizaje está más próxima a los supuestos organicistas o constructivistas que a los mecanicistas, pero a diferencia de otras posiciones igualmente organicistas como las de Piaget, o las de la Gestalt, Vygotsky no niega por principio la importancia del aprendizaje asociativo, aunque coincide con estos autores en que se trata por un mecanismo claramente insuficiente.

Vygotsky considera que los aprendizajes por asociación y por reestructuración no se excluyen sino que, al contrario, se necesitan el uno al otro, y a diferencia de Piaget, cree que el aprendizaje asociativo puede actuar como facilitador de la reestructuración.

Vygotsky opina (1978, 94) que las personas aprenden principalmente por la colaboración, ayuda o mediación que recibimos de los adultos o los iguales más capacitados y sugiere la existencia de una “ley de la doble formación de las funciones psicológicas”:

En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero a nivel social, y más tarde, a nivel individual; primero entre personas (interpsicológica), y después, en el interior del propio niño (intrapsicológica). Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones psicológicas se originan como relaciones entre seres humanos.

Por ejemplo: “el niño empieza contando con los dedos para, más tarde, cuando la operación ha sido correctamente interpretada en un marco social específico (nivel interpsicológico), ser capaz de poder contar por sí solo y con su cabeza” de acuerdo con Hernández, (1996, 58). Esta reconstrucción interna de una operación externa recibe en la teoría vygotskyana el nombre de internalización.

Es importante diferenciar las posibilidades de aprendizaje que el niño es capaz de ejercer por sí solo, de las que podría desarrollar en un marco social adecuado, que Vygotsky expresa mediante el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de una tarea o dominio concreto, que conceptualiza (1978, 133):

No es otra cosa que la distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz.

Frente a la imagen clásica del profesor como transmisor de conocimientos, a la espera de que sus estudiantes alcancen un cierto nivel madurativo, Vygotsky propone la del profesor como un promotor potencial del desarrollo psicológico de sus estudiantes.

El objetivo de la enseñanza es la transmisión del significado a los alumnos. La comunicación de un significado supone frecuentemente la interpretación por parte del receptor y ello previene que, a menudo, los mensajes pueden ser objeto de interpretaciones incorrectas. En la escuela, los alumnos no siempre interpretan las palabras del modo que se pretende, pues como dice Vygotsky (1978, 169), “detrás de las palabras se encuentra la gramática independiente de los pensamientos, la sintaxis del significado de las palabras”.

2.8 Evaluación diagnóstica

El concepto de evaluación atiende a la regulación tanto de la planificación de la enseñanza como de su desarrollo.

Desde el punto de vista general de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, las orientaciones dadas por el NCTM (2000, 115), distinguen cinco propósitos en la acción de evaluar los conocimientos básicos de matemáticas en el alumno:

1) Propósito de diagnóstico: qué entiende el alumno, qué le es difícil, etc.
2) Retroalimentación docente: qué saben los alumnos de lo expuesto, qué ritmo llevar, etc.
3) Calificación: puede aplicar lo aprendido, puede pasar de nivel, etc.
4) Logros matemáticos generales: capacidad matemática general en relación con otros.
5) Valoración del programa: ¿es eficaz un programa de enseñanza? ¿qué preparación matemática proporciona el Sistema Educativo?

El mismo NCTM (2002, 91), indica las competencias a evaluar en una evaluación diagnóstica del rendimiento, circunscritas en:

a) Potencia matemática

La potencia matemática engloba todos los aspectos del conocimiento matemático, su inter-conexión y su aplicación.

- capacidad para aplicar lo que saben a la resolución de problemas.
- capacidad de utilizar el lenguaje matemático para expresarse.
- capacidad de razonamiento y análisis.
- comprensión de la naturaleza de las matemáticas.

b) Resolución de problemas

- formular problemas.
- aplicar diversas estrategias para resolver problemas.
- resolver problemas.
- comprobar e interpretar resultados.
- generalizar soluciones.

c) Comunicación

- expresar ideas matemáticas hablando, escribiendo, demostrándolas y representándolas.
- entender, interpretar y juzgar ideas matemáticas presentándolas de forma escrita oral o visual.
- utilizar vocabulario matemático, notaciones y estructuras para representar ideas, describir relaciones y modelar situaciones.

d) Razonamiento

- utilizar el razonamiento inductivo para reconocer patrones y formular conjeturas.
- utilizar el razonamiento proporcional y espacial.
- utilizar el razonamiento deductivo.
- analizar situaciones para hallar propiedades y estructuras comunes.
- reconocer la naturaleza axiomática de las matemáticas.

e) Conceptos matemáticos

- dar nombre, verbalizar y definir conceptos.
- identificar y generar ejemplos válidos y no válidos.
- utilizar modelos, diagramas y símbolos para representar conceptos.
- pasar de un modo de representación a otro.
- reconocer los diversos significados e interpretaciones de los conceptos.
- identificar propiedades de un concepto determinado.
- comparar y contrastar conceptos.

f) Procedimientos matemáticos

- reconocer cuando es adecuado un procedimiento.
- explicar las razones para los distintos pasos de un procedimiento.
- llevar a cabo un procedimiento de forma fiable y eficaz.
- verificar el resultado de un procedimiento.
- reconocer procedimientos incorrectos.
- generar procedimientos nuevos.

g) Actitud matemática

- confianza en el uso de la matemática.
- interés, curiosidad e inventiva al hacer matemáticas.
- valorar la aplicación matemática en la experiencia diaria.

Una evaluación diagnóstica del rendimiento acumulado de los estudiantes, en términos de capacidades para utilizar y hacer matemáticas en situaciones reales, es decir, para analizar, razonar y comunicar eficazmente cuando enuncian, formulan y resuelven problemas matemáticos en una variedad de dominios y situaciones. Todo ello significa, no sólo utilizar las matemáticas y resolver problemas matemáticos sino también, comunicar, relacionarse con las matemáticas, valorar e incluso apreciar y disfrutar con ellas. La evaluación se ha basado en unos principios y elementos básicos que son: el concepto de alfabetización matemática, el concepto de competencia matemática, el concepto de matematización y se han tenido en cuenta:

1.- *Las situaciones y contextos*, en la medida en que en el proceso de hacer matemáticas (matematización) siempre se hace referencia a alguna parcela de la experiencia o de la realidad, incluso aunque esta sea virtual.

2.- *Los contenidos matemáticos*, tanto desde el punto de vista de la disciplina (aritmética, geometría, álgebra, etc.) como desde el punto de vista de los fenómenos reales (cantidad espacio y forma, cambios y relaciones, incertidumbre).

3.- *Las competencias necesarias* para desarrollar con soltura los procesos de matematización (aunque las competencias en sí no son variables de tarea sino de sujeto).

2.9 El proceso de matematización de las ciencias

La matemática actual, a través de sus procesos de modelización, pone en evidencia patrones escondidos que ayudan a comprender el mundo actual. Más que aritmética o geometría, la matemática hoy se interpreta como una disciplina diversa que trata con datos, medidas y observaciones provenientes de la ciencia, con inferencia, deducción y prueba y con modelos matemáticos de los fenómenos naturales, de la conducta humana y de los sistemas sociales. El proceso de hacer matemática va más allá que calcular o deducir, implica la observación de patrones, la comprobación de conjeturas y la estimación de resultados.

La búsqueda de regularidades se considera un contenido procedimental general y de carácter transversal respecto a todos los contenidos de la matemática (aritméticos, geométricos, de proporcionalidad, estadísticos, probabilísticos…) y de las otras disciplinas, tanto naturales como sociales. De hecho, la ciencia se construye sobre la investigación de regularidades y sus posibilidades de generalización. En este sentido nos indica Doczi (1999, 1):

> "La disciplina intrínseca en las proporciones y en los patrones de formación de los fenómenos naturales se manifiesta también en la mayoría de las obras humanas clásicas y armoniosas, y evidencia el vínculo existente entre las cosas. Los límites de la disciplina nos permiten vislumbrar la armonía del cosmos y tomar parte en ella, tanto en lo que se refiere al mundo físico como a nuestro modo de vivir."

Es el hombre quien busca, experimenta, describe, crea y generaliza propiedades y relaciones nacidas a partir de la reflexión y abstracción, buscando regularidades y patrones como medios para organizar su realidad (Freudenthal, 1973).

En general, toda regularidad del entorno puede ser modelizada en términos Matemáticos, ya sean aritméticos, algebraicos o funcionales, del azar o de la Estadística, con gráficos o fórmulas, con elementos de la geometría, etcétera.

Son muchos los ejemplos de la aplicación de las Matemáticas a las Ciencias Científicas, se tienen regularidades dentro del mundo natural, social y artificial que han dado pie o son fuente de aplicación de modelos matemáticos: el movimiento de los cuerpos, el sistema solar, el cuerpo humano, las plantas, las flores, los animales, el diseño de muebles, la resolución de ecuaciones estequiométricas, etc.

La noción de matematización marca un proceso en el que algo se vuelve más matemático de lo que había sido anteriormente. Existe, por un lado, una antigua tradición didáctica de utilizar una descripción sencilla de una actividad cotidiana o profesional como representación paradigmática de una clase de problemas similares, con la finalidad de introducir un método matemático para resolverlos. Estos problemas no contienen información redundante, no faltan datos en ellos, la repuesta es definida y los resultados del cálculo son un fin en sí mismo para el que no se busca ninguna otra aplicación posterior.

Para Uwen Gellert (2007), el término “matematización” señala la actividad transformadora de los alumnos que convierten textos casi-realistas en ecuaciones, etc. El objeto del proceso de matematización no debe ser tan simple como el típico problema, sino que también puede consistir en una descripción más auténtica de una situación compleja.

La matematización como consecuente aplicabilidad de las estructuras matemáticas, llega con la ayuda de la computadora, gracias a su potencia de cálculo, su capacidad de modelización, su impresionante efectividad gráfica, a convertir la matemática en una versátil herramienta útil en tareas mucho más abarcadoras aún que aquellas en las que en la actualidad se ve involucrada con incursiones en aspectos de las ciencias sociales, ciencias humanas, y ciencias tradicionales como la Química, la Física, etc.

2.10 Alfabetización Matemática

En la conferencia realizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico realizada en París, Francia en el año 2003, al analizar las pruebas PISA, conceptualizo como alfabetización matemática o “mathematical literacy” a:

> “La capacidad individual para identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo, hacer juicios bien fundados y usar e implicarse con las matemáticas en aquéllos momentos en que se presenten necesidades en la vida de cada individuo como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo”.

De acuerdo con Rico (2005, 12), la alfabetización matemática:

> “...se refiere a las capacidades de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente, cuando enuncian, formulan y resuelven problemas matemáticos en una variedad de dominios y situaciones, y es considerada por unanimidad como un elemento muy importante a tener en cuenta para el desarrollo individual, social y científico de cualquier país.”

La definición anterior, indica que la alfabetización matemática supone:

- atreverse a pensar con ideas matemáticas.

- utilizar lo aprendido en situaciones usuales de la vida cotidiana.

- que dicha utilización sea espontánea y con plena conciencia de su importancia y necesidad y de la evidencia de su utilidad, es decir, que sea incorporada plenamente al conjunto de instrumentos y capacidades que el sujeto utiliza en sus relaciones cotidianas con su entorno.

La alfabetización matemática se consigue gracias al desarrollo de capacidades específicas que se denominan competencias matemáticas

2.10.1 Competencias matemáticas

El concepto de competencia hace referencia a lo que el individuo es capaz de hacer. El concepto de competencia matemática está íntimamente relacionado con el punto de vista funcional de las matemáticas, que tiene que ver con:

- las matemáticas como “modo de hacer”

- la utilización de herramientas matemáticas

- el conocimiento matemático en funcionamiento.

Y en el que intervienen los siguientes elementos:

- tareas contextualizadas

- herramientas conceptuales y procedimentales

- sujeto cognitivo.

Y las relaciones entre ellos.

Para Niss (1999, 27), poseer competencia matemática significa poseer habilidad para comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de contextos intra y extra matemáticos y situaciones en las que las matemáticas juegan o pueden tener un protagonismo. Las competencias matemáticas:

- se adquieren, se construyen o se desarrollan;

- se poseen, se dispone de ellas o se tienen en mayor o menor grado;

- se manifiestan en las actuaciones del sujeto ante situaciones que las activan.

Los requisitos básicos necesarios pero no suficientes, para tener competencia matemática implican:

- poseer conocimiento factual

- poseer destrezas técnicas.

2.10.2 Tipos de competencias matemáticas

Niss (1999, 45), distingue dos grupos de competencias matemáticas:

1º grupo, competencias 1, 2, 3 y 4. Este grupo tiene que ver con la habilidad para preguntar y responder cuestiones en matemáticas y por medio de las matemáticas.

2º grupo, competencias 5, 6, 7 y 8. Este grupo tiene que ver con la habilidad para utilizar el lenguaje y las herramientas matemáticas.

1.- Pensar Matemáticamente:

- dominar los modos matemáticos de pensamiento.

- proponer cuestiones características de las matemáticas conociendo las clases de respuestas (no necesariamente las respuestas concretas ni como obtenerlas).

- comprender y manejar el alcance y las limitaciones de un concepto dado.

- ampliar el dominio de un concepto abstrayendo algunas de sus propiedades. - generalizar los resultados a clases más amplias de objetos.

- distinguir entre diferentes clases de enunciados / afirmaciones matemáticas, incluyendo sentencias condicionadas, cuantificadores, suposiciones, definiciones, teoremas, conjeturas, casos, etc.

2.- Proponer y resolver problemas de Matemáticas:

- identificar, proponer y especificar diferentes clases de problemas de matemáticas: puro-aplicado, abierto con solución-cerrado, etc.

- resolver diferentes clases de problemas de matemáticas: puro-aplicado, abierto con solución o cerrado, propuesto por otros o por uno mismo, propuestos de diferentes modos, etc.

3.- Modelizar matemáticamente:

Es analizar, construir y evaluar modelos. Se puede entender también la competencia de modelización como el conjunto de habilidades, destrezas y actitudes que son importantes para el proceso de modelización matemática.

4.- Razonar matemáticamente:

- seguir y valorar cadenas de argumentos.

- saber lo que es una demostración matemática y cómo se diferencia de otras clases de razonamiento y de otras clases de razonamiento matemático (por ejemplo el razonamiento heurístico).

5.- Representar objetos y situaciones matemáticas:

- comprender, utilizar, decodificar e interpretar diferentes clases de representaciones de objetos, fenómenos y situaciones matemáticas y distinguir entre ellos;

- comprender y utilizar las relaciones entre diferentes representaciones de la misma entidad u objeto, incluido el conocimiento de sus restricciones y limitaciones;

- elegir entre diferentes representaciones y pasar de unas a otras.

6.- Utilizar símbolos y formalismos matemáticos:

- decodificar e interpretar lenguaje matemático simbólico y formal y comprender sus relaciones con el lenguaje natural.

- comprender la naturaleza y las reglas de los sistemas matemáticos formales (desde ambos puntos de vista, sintáctico y semántico).

- traducir entre el lenguaje natural y el lenguaje simbólico/formal.

- utilizar y manipular sentencias y expresiones que contienen símbolos y formulas.

7.- Comunicar en, con y sobre las matemáticas:

- comprender los textos escritos, las expresiones visuales o las frases orales de otros, en una variedad de registros lingüísticos, sobre cuestiones materias o temas de contenido matemático.

- expresar por sí mismo sobre tales cuestiones, materias o temas, con diferentes niveles de precisión teórica y técnica, de forma oral, visual o escrita.

8.- Utilizar recursos auxiliares y herramientas (tecnológicas, entre otras).

- conocer la existencia y propiedades de varias herramientas y recursos para la actividad matemática, sus alcances y limitaciones.

- ser capaces de usar racionalmente tales recursos y herramientas.

CAPÍTULO III

Presentación de resultados

Los datos obtenidos mediante la investigación se presentan mediante cuadros y gráficas en los cuales se describen las variables de base, y la información contenida por la prueba diagnóstica y la entrevista realizada a un docente, de esta manera se presenta el comportamiento de los datos obtenidos en el instrumento de medición.

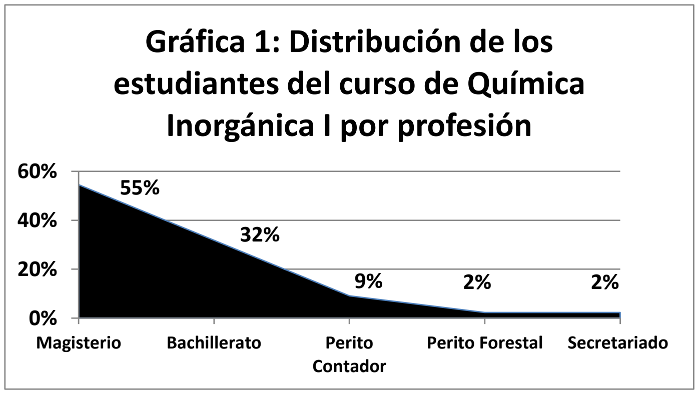
De esta manera la investigación permitió conocer los aprendizajes previos que poseen los estudiantes, y los que se necesitan desarrollar previo al ingreso al curso de Química Inorgánica I.

Variables de base

CUADRO No. 1: Profesión de los estudiantes evaluados en la prueba diagnóstica.

Profesión del Estudiante	Cantidad de Estudiantes	%
Magisterio	24	55%
Bachillerato	14	32%
Perito Contador	4	9%
Perito Forestal	1	2%
Secretariado	1	2%
Total de estudiantes	44	100%

FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



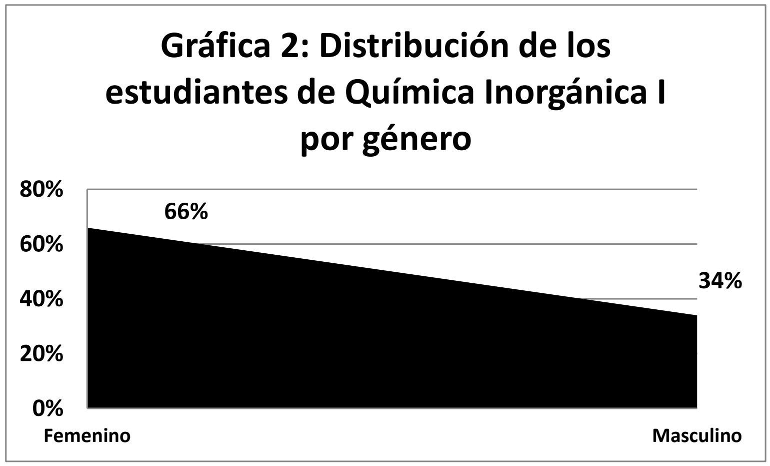
FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

La profesión de Magisterio agrupa la mayor cantidad de estudiantes (55 %), seguida de Bachillerato (32%); en tanto que Perito Contador, Perito Forestal y Secretariado se ubican entre el 9 y 2 %.

CUADRO No. 2: Distribución de los estudiantes de Química Inorgánica I por género.

Género	Frecuencia	%
Femenino	29	66%
Masculino	15	34%
Total de estudiantes	44	1

FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



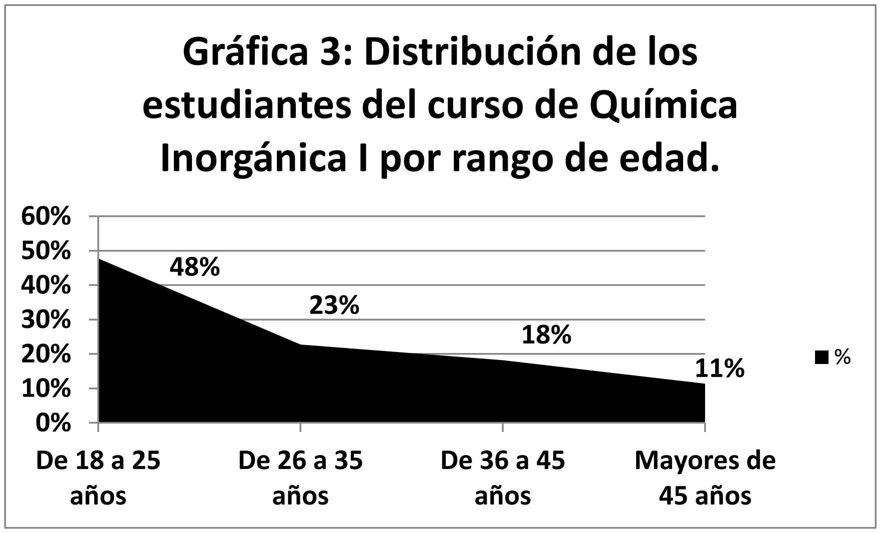
FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

La mayoría de estudiantes que ingresaron al curso de Química Inorgánica I son del género femenino en un 66 %, mientras que el género masculino es de 34 %, lo que equivale a un tercera parte.

CUADRO No. 3: Distribución de los estudiantes por rango de edad.

Rango de edad de los estudiantes	frecuencia	%
De 18 a 25 años	21	48%
De 26 a 35 años	10	23%
De 36 a 45 años	8	18%
Mayores de 45 años	5	11%
Total de estudiantes	44	100%

FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia



FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

Los estudiantes de Química Inorgánica I, en su mayoría 48 % tienen entre 18 y 25 años de edad, seguidamente el 23 % entre 26 y 35 años; en tanto que el resto de los mismos se encuentra comprendido en edades de 36 años para adelante.

Variables Académicas: Aprendizajes previos de Matemáticas que tienen los estudiantes del curso de Química Inorgánica I

CUADRO No. 4: Punteos obtenidos por los estudiantes por item en la prueba diagnóstica.

Unidad	Contenidos	Items	Respuestas dadas por estudiantes			
			Respuestas Correctas		Respuestas incorrectas	
			Cantidad	%	Cantidad	%
Sistema de Números Reales	Definición, representación y operaciones de numeros naturales (+,-,x, /). Axiomas, La recta numérica, Ley de Signos.	1	33	75%	11	25%
		2	26	59%	18	41%
		4	11	25%	33	75%
		5	33	75%	11	25%
		6	18	41%	26	59%
		9	17	39%	27	61%
		12	13	30%	31	70%
		13	8	18%	36	82%
		14	13	30%	31	70%
		15	5	11%	39	89%
		18	5	11%	39	89%
		19	12	27%	32	73%
		20	12	27%	32	73%
		22	2	5%	42	95%
Polinomios	Simplificación de polinomios, productos notables, factorización	3	17	39%	27	61%
		8	9	20%	35	80%
		21	2	5%	42	95%
Ecuaciones e identidades	Resolución de sistemas de ecuaciones	7	20	45%	24	55%
		11	7	16%	37	84%
		17	4	9%	40	91%
		23	5	11%	39	89%
Exponenciación	Leyes de exponentes, exponentes racionales y aplicación	10	8	18%	36	82%
Radicación	Resolución de sistemas de ecuaciones	16	10	23%	34	77%

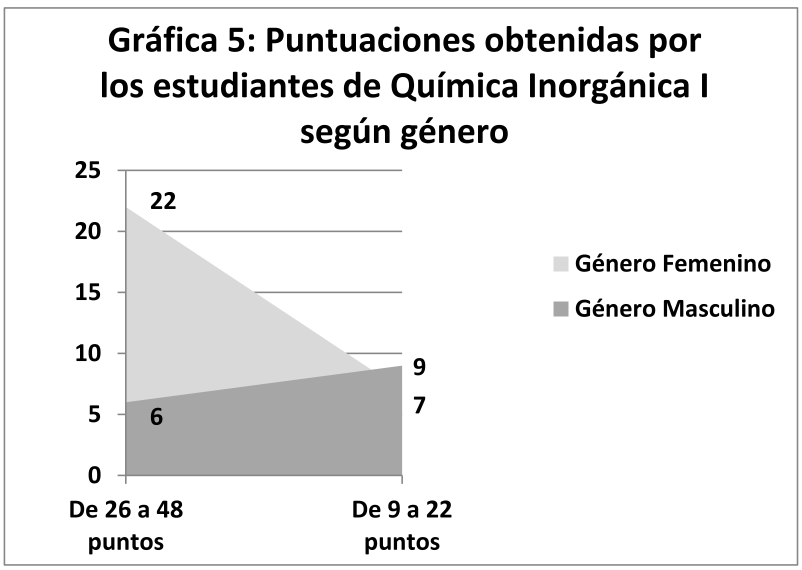
FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.

Los punteos obtenidos en todas las áreas según los items son insatisfactorios.

CUADRO No. 5: Puntuaciones obtenidas por los estudiantes de Química Inorgánica I según género.

Puntuaciones	Género Femenino	Género Masculino
De 26 a 48 puntos	22	6
De 9 a 22 puntos	7	9
Total por género	29	15
Gran Total	44	

FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



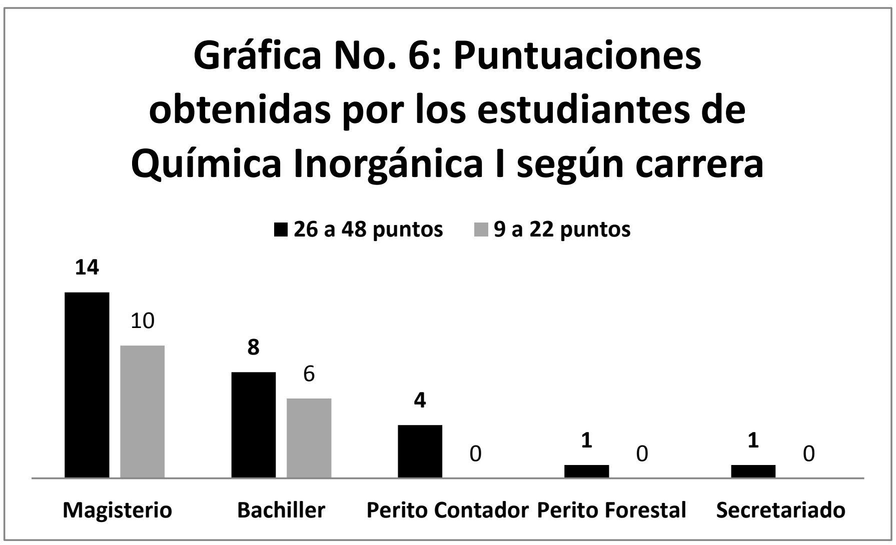
FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

De los estudiantes que aplicaron la evaluación diagnóstica, 22 del género femenino equivalente al 50 % de los estudiantes obtuvieron punteos entre 26 y 48 puntos, en tanto que 6 del género masculino equivalente al 14 % de los estudiantes, obtuvieron punteos entre 26 y 48 puntos; así mismo 7 del género femenino equivalente al 16 % obtuvieron punteos entre 9 y 22 puntos, mientras que 9 del género masculino equivalente al 20 % obtuvieron punteos entre 9 y 22 puntos; de donde se infiere que las mujeres tienen más aprendizajes previos de matemáticas.

CUADRO No. 6: Puntuaciones obtenidas por los estudiantes de Química Inorgánica I según carrera.

Puntuaciones	Magisterio	Bachiller	Perito Contador	Perito Forestal	Secretaria
26 a 48 puntos	14	8	4	1	1
9 a 22 puntos	10	6	0	0	0
TOTAL	24	14	4	1	1

FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



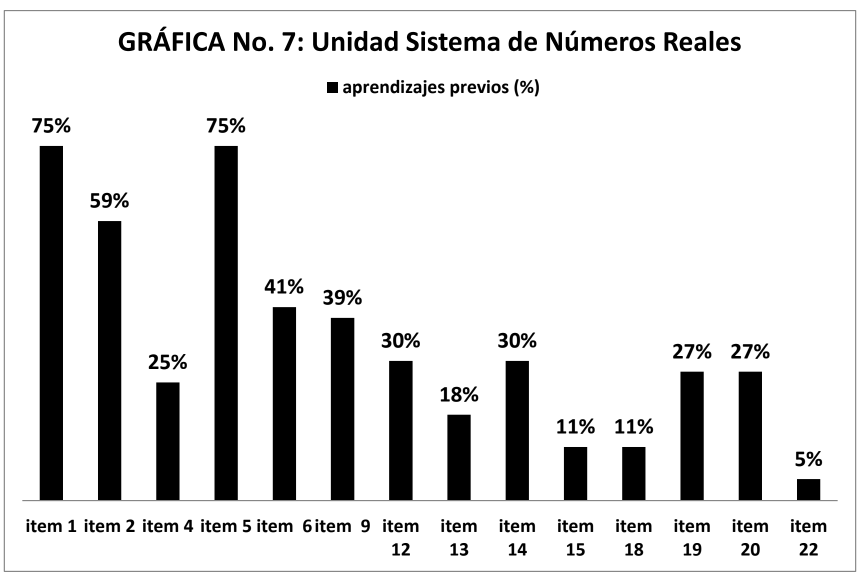
FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el Departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

Los estudiantes provenientes de la carrera de Magisterio, son mayoritariamente los que tuvieron puntuaciones más altas en la prueba diagnóstica.

CUADRO No. 7: Aprendizajes previos en la unidad de Sistema de Números Reales

Itemes	aprendizajes previos (%)
item 1	75%
item 2	59%
item 4	25%
item 5	75%
item 6	41%
item 9	39%
item 12	30%
item 13	18%
item 14	30%
item 15	11%
item 18	11%
item 19	27%
item 20	27%
item 22	5%

FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



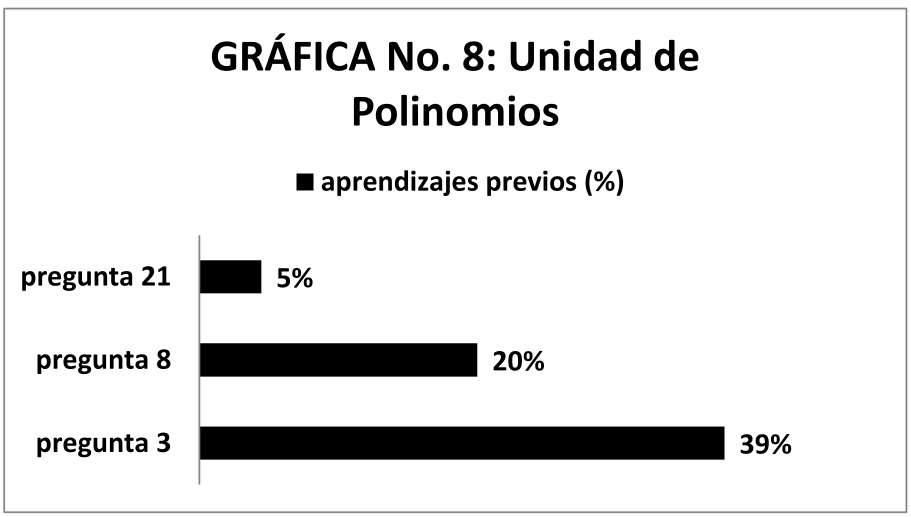
FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

En cuanto al sistema de números reales, los estudiantes cuentan únicamente con el 34 % de promedio de aprendizajes previos.

CUADRO No. 8: Aprendizajes previos en la unidad de Polinomios.

itemes	aprendizajes previos (%)
pregunta 3	39%
pregunta 8	20%
pregunta 21	5%

FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



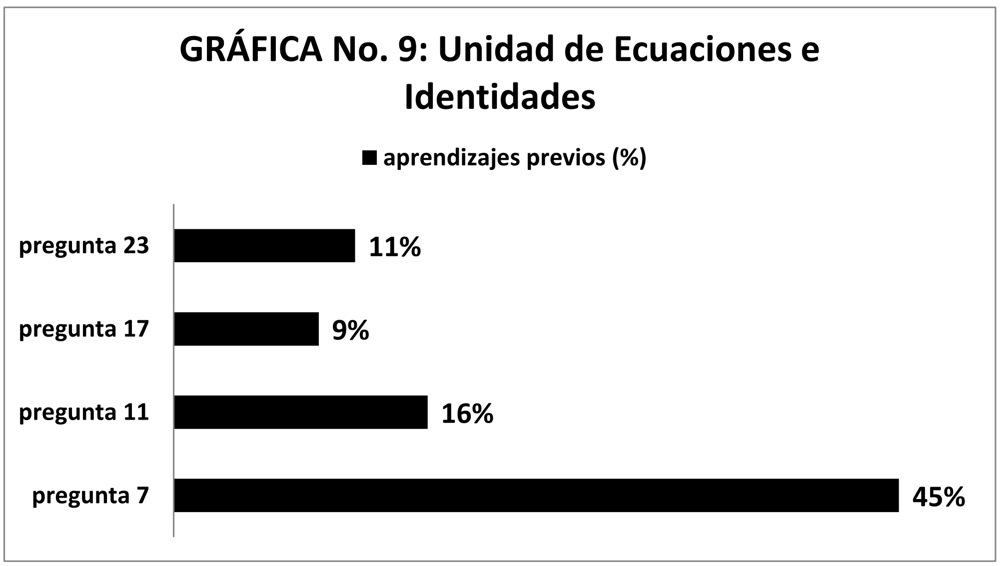
FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

En cuanto a la unidad de Polinomios, los estudiantes cuentan únicamente con el 21 % de promedio de aprendizajes previos.

CUADRO No. 9: Aprendizajes previos en la unidad de Ecuaciones e identidades.

Itemes	aprendizajes previos (%)
pregunta 7	45%
pregunta 11	16%
pregunta 17	9%
pregunta 23	11%

FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



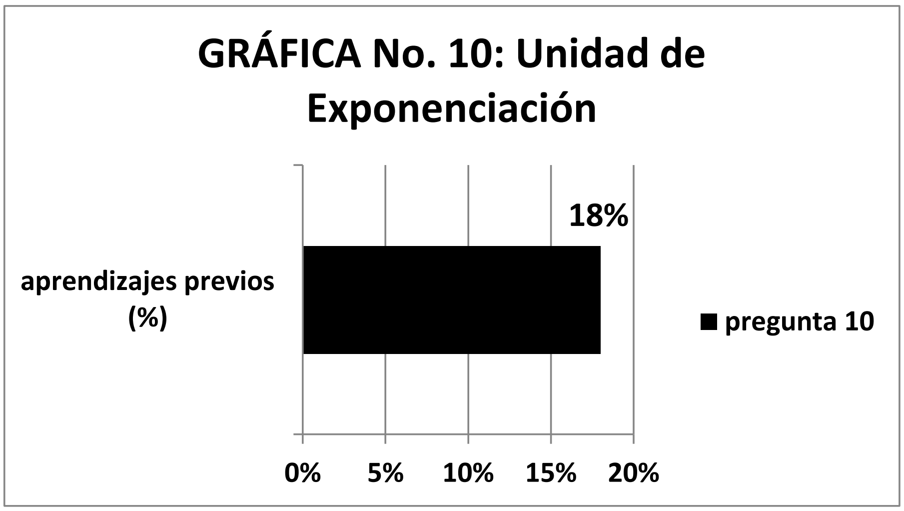
FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

En cuanto a la unidad de Ecuaciones e identidades, los estudiantes cuentan únicamente con el 20 % de promedio de aprendizajes previos.

CUADRO No. 10: Aprendizajes previos en la unidad de Exponenciación

Itemes	aprendizajes previos (%)
pregunta 10	18%

FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



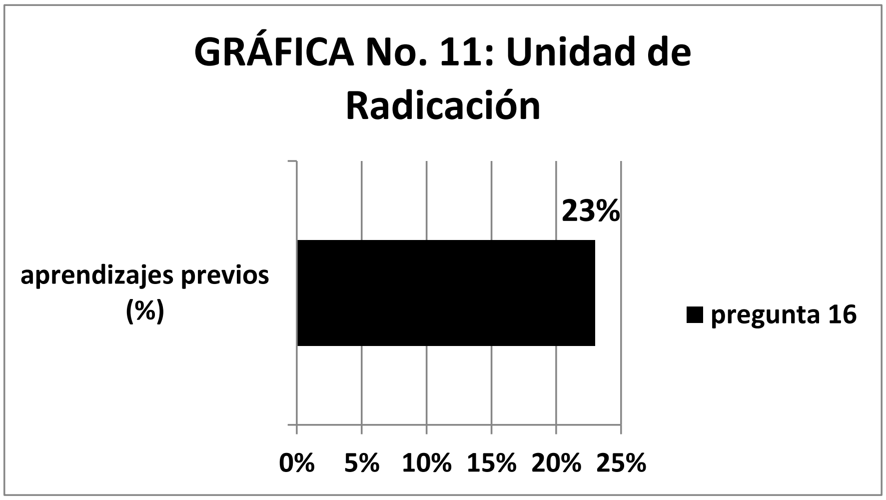
FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

En cuanto a la unidad de Exponenciación, los estudiantes cuentan únicamente con el 18 % de aprendizajes previos.

CUADRO No. 11: Aprendizajes previos en la unidad de Radicación

Itemes	aprendizajes previos (%)
pregunta 16	23%

FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



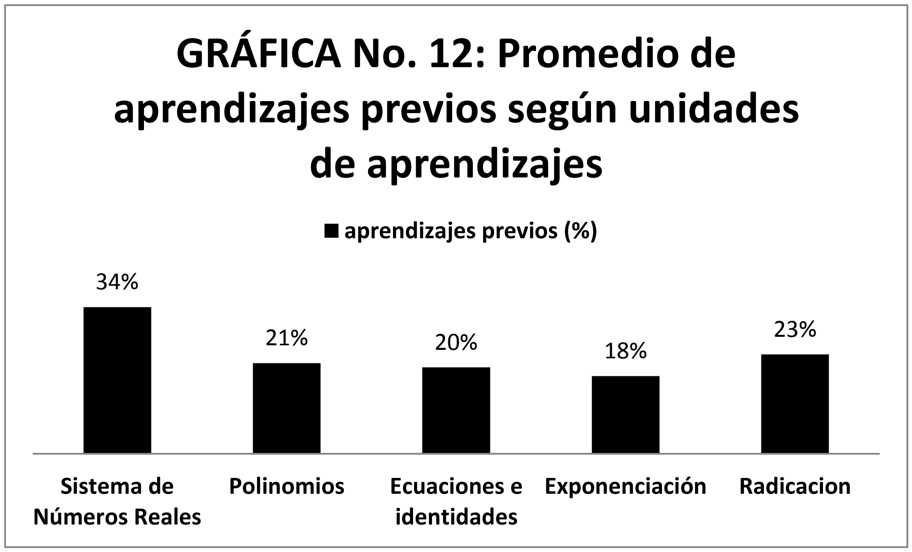
FUENTE: Prueba diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

En cuanto a la unidad de Radicación, los estudiantes cuentan únicamente con el 23 % de aprendizajes previos.

CUADRO No. 12: Promedio de Aprendizajes Previos de Matemáticas según Unidades de Aprendizaje

Unidad	aprendizajes previos (%)
Sistema de Números Reales	**34%**
Polinomios	**21%**
Ecuaciones e identidades	**20%**
Exponenciación	**18%**
Radicacion	**23%**
Promedio	***23%***

FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.



FUENTE: Prueba Diagnóstica aplicada por el departamento de Matemáticas, gráfica de elaboración propia.

El promedio de los aprendizajes previos en las unidades de Matemáticas para el aprendizaje del curso de Química Inorgánica I es del 23 %.

Variables Académicas: Aprendizaje de la Química Inorgánica I

CUADRO No.13: Variable aprendizajes previos de Matemáticas que deben saber los estudiantes de Química Inorgánica I, según programa de Matemáticas I.

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad 1: Lógica	Conceptos básicos de lógica simbólica. Proposiciones Simples y compuestas. Tablas de verdad y conectivos lógicos. Equivalencia lógica. Propiedades de las Proposiciones. Importancia de los razonamientos.
Unidad 2: Conjuntos y Elementos	Conjuntos y elementos. Relaciones de pertenencia y relaciones de inclusión. Tipos de conjunto y cardinalidad de un conjunto. Operaciones con conjuntos.
Unidad 3: Números Reales	El sistema de los números reales, axiomas. La Recta real. Notación de intervalos.
Unidad 4: Exponenciacion y Radicacion	Leyes de los exponentes y leyes de radicación. Exponentes racionales, Polinomios y simplificación de polinomios, productos notables y factorización, Simplificación de expresiones racionales.
Unidad 5: Ecuaciones e identidades	Ecuaciones lineales.

FUENTE: Programa de Matemáticas I-Departamento de Matemáticas, cuadro de elaboración propia.

CUADRO No. 14: Aprendizajes previos de Matemáticas que los estudiantes deberían saber previo llevar el curso de Química Inorgánica I según opinión del Docente de Química Inorgánica I.

UNIDAD	Contenidos
Números Reales	**El sistema de los números reales, axiomas. La Recta real. Notación de intervalos. Ley de Signos.**
Exponenciacion y Radicacion	**Leyes de los exponentes y leyes de radicación. Polinomios y simplificación de polinomios, productos notables y factorización, Simplificación de expresiones racionales. Ley de Medios y Extremos (Ley del Sandwich).**
Ecuaciones e identidades	**Sistemas de Ecuaciones Lineales de 1 y 2 incógnitas.**

FUENTE: Entrevista no estructurada realizada a docente de Química Inorgánica I, cuadro de elaboración propia.

CUADRO No. 15: Preguntas realizadas en la entrevista no estructurada al docente del curso de Química Inorgánica I

Pregunta	Respuesta
1) ¿Considera que son importantes los aprendizajes previos matemáticos en el curso de Química Inorgánica I?	Sí, porque el conocimiento de procedimientos matemáticos elementales es la base para los primeros cálculos que se realizan en Química I.
2) ¿Cuáles opina que son los aprendizajes previos matemáticos que necesita el estudiante de Química Inorgánica I?	Operaciones Algebraicas fundamentales como: Notación científica, leyes de los exponentes, radicación, solución de ecuaciones, gráficas de ecuaciones.
3) ¿Ha tenido algún problema con los aprendizajes previos matemáticos que tienen los alumnos de Química Inorgánica I?	Si, generalmente presentan dificultad en la solución de ecuaciones lineales y operaciones con notación científica.
4) ¿Qué recomendación daría usted para evitar el problema de la falta de aprendizajes previos matemáticos en los estudiantes de Química Inorgánica I?	Incluir en el programa de Matemática I: -Operaciones con notación científica. -Trazo de gráficas para ecuaciones de primer grado. -Leyes de exponentes y radicales. - Solución de ecuaciones de segundo grado. - Ecuaciones exponenciales y Logarítmicas. - Soluciones de ecuaciones lineales.

FUENTE: Entrevista no estructurada realizada a docente de Química Inorgánica I, cuadro de elaboración propia.

CUADRO No. 16: Aprendizajes previos de matemáticas que se aplican en las unidades del Curso de Química Inorgánica I.

Contenidos de Química Inorgánica I	Aprendizajes previos de Matemáticas requeridos
UNIDAD 1 **Teoría Atómica y Tabla Periódica** 1. Introducción a la Química y su interrelación con otras ciencias (física, biología, ciencias médicas, filosofía, matemática, cosmología, etc.) 2. Núcleo, nube de electrones 3. Partículas subatómicas fundamentales 4. Número atómico, Número másico 5. Isótopo 6. Peso atómico 7. Configuración Electrónica de átomos e iones 8. desarrollada, semidesarrollada y abreviada 9. Electrones de valencia 10. Grupos y periodos en la tabla periódica 11. Clasificación de los elementos (incluir elementos diatómicos) 12. Electronegatividad 13. Aplicaciones y ejercicios	- Operaciones básicas de Suma, Resta, Multiplicación y División. - La recta numérica. - Ley de Signos. - Factores Unitarios. - Exponenciación.

FUENTE: Programa del curso de Química Inorgánica I, proporcionado por el Departamento de Química de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Medía EFPEM-USAC., cuadro de elaboración propia.

Contenidos de Química Inorgánica I	**Aprendizajes previos de Matemáticas requeridos**
<u>UNIDAD 2</u> **Enlace Químico, Estructuras de Lewis y Fuerzas Intermoleculares** 1. Concepto y clasificación 2. Regla del Octeto y Estructura de Lewis 3. Enlace iónico 4. Enlace covalente (polar y no polar) 5. Simple, doble, triple y coordinado 6. Comparación de propiedades físicas de los compuestos iónicos y covalentes. 7. Ejercicios de estructuras de Lewis 9. Excepciones a regla del octeto (incompleto ejemplo: NO 8. $AlCl_3$; expandido, ejemplo: PCl_5 9. Fuerzas dipolares (dipolo-dipolo) 10. Fuerzas de dispersión 11. Puente de hidrógeno	- Operaciones básicas de suma, resta, multiplicación y división. - Exponenciación. - Leyes de signos.
<u>UNIDAD 3</u> **Nomenclatura Inorgánica** 1. Clasificación de compuestos inorgánicos. 2. Compuestos binarios. 3. Compuestos ternarios. **4.** Compuestos cuaternarios.	- Leyes de exponentes. - Ecuaciones lineales.

FUENTE: Programa del curso de Química Inorgánica I, proporcionado por el Departamento de Química de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Medía EFPEM-USAC., cuadro de elaboración propia.

Contenidos de Química Inorgánica I	Aprendizajes previos de Matemáticas requeridos
UNIDAD 4 **Reacciones, Ecuaciones Químicas y Aplicaciones** 1. Reacción y ecuación Química 2. -Concepto y ejemplos -Partes de una ecuación química e interpretación de sus símbolos 3. Balanceo por tanteo 4. Manifestaciones de las reacciones 5. Concepto y ejemplos de reacciones de: -síntesis -análisis -simple sustitución -doble sustitución (neutralización) -exotérmicas y endotérmicas -reversibles, irreversibles 6. Aplicaciones y Ejercicios	- Resolución de Sistemas de ecuaciones de dos incógnitas. - Exponenciación. - Polinomios. - Factorización. - Fracciones y números decimales.

FUENTE: Programa del curso de Química Inorgánica I, proporcionado por el Departamento de Química de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Medía EFPEM-USAC., cuadro de elaboración propia.

CAPÍTULO IV

Discusión y Análisis de Resultados

El concepto de conocimientos previos conduce a otro concepto más aproximativo: el del aprendizaje significativo. La idea sustancial para promover un aprendizaje significativo es tener en cuenta los conocimientos factuales y conceptuales, como los actitudinales y procedimentales, y como éstos van a interactuar con la nueva información que recibirán los alumnos mediante los materiales de aprendizaje o por las explicaciones que brinda el docente.

Una de las afirmaciones más contundentes acerca del papel del conocimiento previo del alumno en los procesos educativos es la afirmación hecha por Ausubel, Novak y Hanesian (1990, 36): “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñele en consecuencia”. Estos autores indican que la clave del aprendizaje significativo está en la relación que se pueda establecer entre el nuevo material y las ideas ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto, el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe.

Ausubel, Novak y Hanesian (1990, 38), establecen que existen al menos dos condiciones para que se presente el aprendizaje significativo: que el sujeto esté dispuesto a aprender significativamente y que el material diseñado para el aprendizaje sea potencialmente significativo.

El aprendizaje significativo es un proceso social de construcción, donde el alumno integra lo que aprendió con lo que ya conoce en forma de redes, conceptos o esquemas.

Aprender consiste entonces, en ir formando conexiones entre la nueva información y la red de conocimiento que ya existe. Esta construcción es más que una acumulación de información, es un proceso de cambio, de asimilación y acomodamiento constante, en síntesis, de la modificación de las viejas ideas, para servir a nuevos propósitos.

El estudiante para aprender significativamente, relaciona de manera no arbitraria, sino relevante el aprendizaje nuevo con la estructura cognoscitiva que ya posee. Estas conexiones requieren una actividad mental, y es donde el aprendizaje adquiere un carácter social, y el rol de los profesores, padres y compañeros, es ser los guías y apoyo para que el estudiante pueda interpretar el nuevo aprendizaje en relación con sus propias estructuras cognitivas, el nuevo rol, más que enseñar, consiste en motivar a los estudiantes. Es en esta zona (Zona de Desarrollo Próximo) donde se construye el aprendizaje, una interacción entre lo que ya se conoce y la interpretaciones de los nuevos aprendizajes.

De acuerdo con Ausubel, Novak y Hanesian (1990, 34) estar dispuesto a aprender significativamente, estar comprometido con el aprendizaje, tener una alta motivación intrínseca y que las actitudes, creencias y control emocional del estudiante, están dirigidos hacia el mismo fin, aprender. En esta escenario no se puede obligar al alumno, se debe de convencer al alumno; es aquí donde el constructivismo social de Vygotsky, adquiere gran importancia ya que el papel de la sociedad, familia, amigos y principalmente el del docente, es participar en el aprendizaje del estudiante, apoyándolo, proporcionando las herramientas y situaciones de aprendizaje, para alcanzar los objetivos y metas que se proponga.

La concepción constructivista indica que los aprendizajes previos que ya posee un alumno respecto a un contenido concreto que se propone aprender, es una actividad mental constructiva que lleva a cabo el alumno, actividad mediante la cual construye e incorpora a su estructura mental los significados y representaciones relativos al nuevo aprendizaje. Las consecuencias de iniciar un proceso de enseñanza de los nuevos contenidos de Química Inorgánica I, sin que los alumnos tengan los aprendizajes previos de Matemáticas para contactar con dichos contenidos son fácilmente previsibles, no se tendrá un exitoso aprendizaje significativo.

Los principios constructivistas del aprendizaje, tiene su origen en la psicología cognitiva. Piaget explica que el niño necesita aprender a través de su interacción con el ambiente, mediante las experiencias con su entorno; a través de dos procesos que denominó: asimilación y acomodamiento. Bruner le otorga un papel sobresaliente a la escuela, donde concibe al proceso de aprendizaje, como un espiral, que a medida que gira, se retoman los mismos contenidos en diferentes niveles, involucrando en cada vuelta, a más contenidos que ya forman parte de estructura cognitiva del sujeto

Organizar la enseñanza de los nuevos aprendizajes de Química Inorgánica I desde los aprendizajes previos de Matemáticas que poseen los alumnos es fundamental puesto, que frente a los nuevos contenidos, los alumnos ponen en juego los aprendizajes previos de Matemáticas, a partir de los cuales logran asimilar los nuevos contenidos.

Partiendo de la afirmación de Vygotsky (1978, 94), quien considera que los aprendizajes por asociación y por reestructuración no se excluyen sino que, al contrario, se necesitan el uno al otro, concuerda el hecho que tanto los aprendizajes de matemáticas como los aprendizajes de Química Inorgánica I van de la mano.

Un aprendizaje es tanto más significativo cuantas más relaciones con sentido es capaz de establecer el alumno entre lo que ya conoce, sus aprendizajes previos y los nuevos contenidos que se le presentan como objeto de aprendizaje.

Lo anterior hace sensato suponer que al iniciar un determinado proceso educativo, como el iniciar la cátedra de un curso, es necesario conocer lo que sabe el alumno, explorar cuales son los conocimientos previos sobre los cuales se centrará un proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que los aprendizajes previos en las unidades de matemáticas que poseen los alumnos están en 23 % promedio, son limitados, indica que no han sido adquiridos a un mínimo nivel razonable por el alumno.

Es importante que los alumnos de Química Inorgánica I, tengan la actualización y la disponibilidad de los aprendizajes previos de matemáticas, como condiciones que permitan llevar a cabo un aprendizaje lo más significativo posible.

La prueba diagnóstica de aprendizajes previos se ha sustentado desde el punto de vista teórico en los conceptos de aprendizaje significativo de Ausubel y zona de desarrollo próximo de Vygotsky, explicando la elaboración de grupos de ítems a partir de la intención ya fuera de conocer aprendizajes previos o el potencial de desarrollo de los estudiantes. Se ha obtenido como resultado que existe una asociación entre el resultado de la instancia de diagnóstico de aprendizajes previos en Matemáticas y el aprendizaje de la Química Inorgánica I, lo que resulta consistente con la posición teórica asumida, al poner de relieve, por un lado, la importancia del aprendizaje significativo previo como anclaje para nuevos aprendizajes, y por otro, la de plantear la enseñanza de manera que se tenga en cuenta el potencial de los alumnos.

Los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica demuestran que existe una correlación negativa entre el nivel de conocimientos previos de matemáticas requeridos y el rendimiento requerido para aprobar de forma exitosa el curso de Química Inorgánica I; este hecho lo confirman, los estudiantes que en los últimos años aprueban este curso, según el departamento de Control Académico de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media (EFPEM) de la Universidad de San Carlos (USAC).

Al analizar los contenidos del programa del curso de Química Inorgánica I, se determina que para aprobar de forma exitosa este curso, es necesario que el estudiante tenga aceptables conocimientos previos en matemáticas para realizar un aprendizaje significativo de la materia.

En general los resultados obtenidos en las preguntas relacionadas con las unidades, denotan que los estudiantes tienen deficientes conocimientos previos en matemáticas. Esta es una variable que definitivamente va afectar su rendimiento desde el preciso momento en que inicia el curso de Química Inorgánica I, ya que sus contenidos exigen que el estudiante tenga conocimientos previos matemáticos como: Sistema de Números reales, polinomios, sistemas de ecuaciones, exponenciación y radicación.

En el caso de estudio, se determina que los conocimientos previos matemáticos que son necesarios para el aprendizaje de los nuevos contenidos de Química Inorgánica I son prácticamente inexistentes, es decir, que no han sido adquiridos a un mínimo nivel razonable por el alumno. En este caso, si se tienen en cuenta los principios básicos de la concepción constructiva, las consecuencias de iniciar un proceso de enseñanza de un nuevo contenido sin que los alumnos tengan los conocimientos previos necesarios para contactar con dicho contenidos son fácilmente previsibles. En primer lugar, y en el supuesto de que los alumnos tengan tendencias a enfocar su aprendizaje de manera superficial, la consecuencia más favorable es que lleven a cabo un aprendizaje fundamentalmente memorístico, poco significativo, por ende muy lejos están los alumnos de alcanzar una eficiente etapa de resolución de problemas, y mucho más lejos de alcanzar un estadio de matematización, que les permita la resolución de problemas de Química Inorgánica I. En segundo lugar, y en el supuesto de que los alumnos tengan intenciones de enfocar su aprendizaje de manera más profunda, es decir, relacionando el nuevo contenido con lo que ya saben, se puede preveer que usaran esquemas e intentarán atribuir un sentido inicial al nuevo contenido partiendo de conocimientos que suponen o intuyen relacionados.

En este punto es donde se reconoce la importancia que tiene para un docente el realizar una prueba diagnóstica de aprendizajes previos, para determinar cuál es el grado que tienen de inexistencia, pobreza, desorden o erróneidad. De esta forma se conoce las características que dificultan de manera notable los procesos de enseñanza y aprendizaje de los nuevos contenidos, buscar soluciones a estos problemas mediante actividades específicas encaminadas a resolver estos inconvenientes antes de iniciar el aprendizaje de los nuevos contenidos.

Dado que el curso de Matemáticas I, no es un prerrequisito del curso de Química Inorgánica I, es importante destacar el aspecto de la disponibilidad de los conocimientos previos matemáticos en el momento adecuado; en la investigación se observó que los estudiantes en el momento de comenzar el curso de Química Inorgánica I, no tenían los conocimientos previos matemáticos, y de forma simultanea estaban llevando ambas materias: Matemáticas I y Química Inorgánica I.

Es necesario suplir estos aprendizajes previos de matemáticas antes de abordar la enseñanza de los nuevos aprendizajes de Química Inorgánica I, o bien adaptar y redefinir los objetivos y la planificación curricular previa.

Es importante que los alumnos de Química Inorgánica I, tengan la actualización y la disponibilidad de los aprendizajes previos de Matemáticas, como condiciones que permitan llevar a cabo un aprendizaje lo más significativo posible.

CONCLUSIONES

Los estudiantes que inician el curso de Química I, no tienen los aprendizajes previos de Matemáticas necesarios para favorecer un mejor rendimiento en el curso de Química I.

Para el aprendizaje de Química I es necesario partir de los aprendizajes previos de Matemáticas de los alumnos, partiendo de situaciones en las que estos saberes se activan.

Que 55 % de los estudiantes tengan la profesión de Magisterio, es importante porque se reconoce la naturaleza de esta profesión, lo que facilita la profundización de aprendizajes previos de Matemáticas

La mayoría de estudiantes (48 %) que ingresan el curso de Química I, están comprendidos en entre 18 y 25 años, lo que permita y facilita promover, fortalecer y consolidar la acciones para reconocer y valorar los aprendizajes previos al desarrollo de nuevos aprendizajes.

RECOMENDACIONES

Implementar en los estudiantes los conocimientos previos de Matemáticas para el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

Previo al desarrollo de las unidades de Química Inorgánica I, diagnosticar los aprendizajes previos de Matemáticas para asegurar la posibilidad del aprendizaje exitoso.

Ordenar secuencialmente los cursos de Matemáticas para que se desarrolle en los estudiantes los aprendizajes previos de Matemáticas para el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

REFERENCIAS

Achaerandio, Zuazo, L. (2010). **Iniciación a la práctica de la Investigación.** Guatemala.

Alcalde Esteban, Manuel (2010), **Importancia de los conocimientos matemáticos previos de los estudiantes para el aprendizaje de la didáctica de la Matemática en las titulaciones de maestro en la Universitat Jaume I**. Departamento de Educación, Universitat Jaume I, Castelló de la Plana, España,

Ausubel, D. (1983). **Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva.** México. Editorial Paidós.

Ausubel, D.P.; Novak, J.D. and Hanesian, H. (1990) **Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo.** Editorial Trillas. México.

Barrios Tuells, Arturo Gamaliel (2007). **Correspondencia entre la actitud y el aprendizaje de la Física Matemática en alumnos del segundo básico sección B del Instituto Nacional Mixto de Educación Básica, Malacatán, San Marcos.** Facultad de Humanidades, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Beltrán, J. (1987) **Psicología de la Educación**. Ediciones de la Universidad Complutense de Madrid- EUDEMA, S.A. Madrid, España.

Bouvier, A., George, M. (1984). **Diccionario de Matemáticas.** Editorial Akal, Madrid, España.

Brown, C.A. (1978). **Manual de investigación de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas.** Editorial McMillan. New York, USA.

Bruner, Jerome S. (1960). **El proceso de la Educación.** Editorial Hispano Americana. México.

Bruner, Jerome S. (1966) **Hacia una Teoría de la Instrucción.** Editorial Hispano Americana. México.

Cáceres Cardeña, Gustavo Alejandro (2009). **Estrategias de Aprendizaje de Matemáticas en estudiantes de Tercer Semestre de Preparatoria.** Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida de Yucatán, México.

Campos Paiz, Manuel Enrique (2005). **Evaluación de contenidos programáticos y metodología de Matemática para el ciclo de educación complementaria del nivel primario- área urbana.** Facultad de Humanidades, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

D´amore, B. (2005). **Bases filosóficas, pedagógicas, epistemológicas y conceptuales de la Didáctica de la Matemática.** Editorial Reverté. México.

DIGI-EFPEM. (2009). **Retos y desafíos de la USAC ante la calidad académica de los estudiantes que ingresan.** Guatemala.

Doczi, G. (1996), **El poder de los límites. Proporciones Armónicas en la naturaleza, el arte y la arquitectura**, Buenos Aires, Argentina Editorial Troquel.

Freudenthal, H.(1973), **Matemáticas como una tarea educativa**, Reidel, Dordrecht. USA.

Gage, N. & Berlinger, D. (1990). **La Inteligencia.** Guatemala. Editorial Piedra Santa.

Gagné, Robert M. (1987). **Las condiciones del aprendizaje.** Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México.

Gairín, J. (1987). **Las actitudes en Educación. Un estudio sobre educación matemática.** Editorial Promociones y Publicaciones Universitarias. Barcelona, España.

Gairín, J. (2001). **Aspectos didácticos de Matemáticas.** Editorial I.C.E. Universidad de Zaragoza. España.

Galo de Lara, Carmen (1992). **Evaluación del Aprendizaje.** Guatemala. Editorial Piedrasanta.

Gómez, B. (1992). **Las Matemáticas y el proceso Educativo.** Editorial Limusa. México.

Gómez, B. (1996). **Desarrollo Histórico de la enseñanza de la aritmética. El caso de los algoritmos de cálculo.** Aula de Innovación Educativa, No.50. México.

Hernández, C. (1996). **Vygotsky y la escuela sociohistórica.** Editorial Alijbe. Granada, España.

Hernández Flores, Myron Rolando (2012). **Diagnóstico de las competencias estudiantiles en matemática.** Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Hernández Gamas, José Alberto (2006). **Conocimientos previos sobre matemáticas de los integrantes de la 4ª. Generación MEIF de Licenciado en Contaduría.** Universidad Veracruzana, Facultad de Contaduría y Administración, Zona Coatzacoalcos, México.

Krutetski. V. A. (1976). **La Psicología de las capacidades matemáticas en escuelas de niños.** Universidad de Chicago. USA.

López Recacha, José Antonio. **Conocimientos previos en la Educación primaria. Innovación y Experiencias Educativas.** ISSN 1988-6047. No. 16. España, Marzo 2009.

Lovell, K. (1986). **Desarrollo de los conceptos básicos matemáticos y científicos en los niños.** Sexta Edición. Ediciones Morata. Madrid, España.

Martínez Miguelez, M. (1997). **El paradigma emergente: hacia una nueva teoría de la racionalidad científica.** México. Editorial Trillas.

Miguez Escorcia, Miguel Ángel. **El rechazo hacia las matemáticas: Una primera aproximación. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa.** Volumen 17, página 292; Décimo Séptima Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, México 2010.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). **Principios y estándares matemáticos para las escuelas.** Reston, Virginia (USA): National Council of Teachers of Mathematics. (Trad. Cast.: Sociedad Andaluza de Educación Matemática. Granada. Sociedad Andaluza de Educación Matemática. Granada, España.

Niss, M.(1995). **Porqué enseñamos Matemáticas en la escuela?**. Editorial Puig & Calderón. Seminario de Investigación y Didáctica de la Matemática. CIDE. Madrid, España.

Niss, M.(1999). **Competencias Matemáticas y el aprendizaje.** The Danish KOM Project.

OCDE (2003). **El programa PISA**. **The Programme for International Student Assessment –PISA- 2003 Assessment Framework.** Paris, Francia.

Orton, A. (1990). **Didáctica de las Matemáticas. Cuestiones, teoría y práctica en el aula.** Editorial Morata S.A. Madrid, España.

Padilla, P.V. (2008). **Estrategias para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de laboratorio de psicopedagogía desde una perspectiva constructivista.** Tesis de Licenciatura en Pedagogía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Autónoma de México.

Pérez y Pérez, Isaías (2007). **Articulación de saberes matemáticos y modelos conceptuales**. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto, Hidalgo, México

Piaget, Jean (1975). **Génesis de las estructuras lógicas elementales. Clasificaciones y seriaciones.** Editorial Guadalupe. Buenos Aires, Argentina.

Polya, G. (1992). **Cómo plantear y resolver problemas.** Editorial Trillas. México.

Resnick, L. B. y Ford, W. W. (1981). **La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos.** Ministerio de Educación y Ciencia. Editorial Paidós. Barcelona, España.

Rico, L. (2003). **La Alfabetización Matemática y el Proyecto PISA de la OCDE**. Padres y Madres de Alumnos. Revista de la CEAPA No. 82, páginas 7 a 13.

Rico, L. (2004): **Evaluación de Competencias Matemáticas. Proyecto PISA/OCDE 2003**. Editores Castro y de la Torre. Actas VIII Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática. La Coruña: Universidad de La Coruña.

Rodrigo, M.J. (1991). **Psicología evolutiva I. Teorías y Métodos.** Alianza Editorial S.A. Madrid, España.

Romberg, T.A. (1993). **Cómo llegamos a saber: Modelos y teorías de aprendizaje matemático.** Kluver Academic Publishers. Dordretch, Nederland.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2003**).** **Metodología de la Investigación.** Tercera Edición. Editorial McGraw-Hill. México.

Sorenson, H. (1971)**. La Psicología en la educación. Nuevas orientaciones de la Educación**. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.

Uwe Gellert y E. Jablonka (2007).**Matematización y Desmatización: Social, Filosófica and Educativa.** Sense Publisher. Rotterdam, Holanda.

Vygotsky, L.S. (1934). **Pensamiento y Lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas.** Editorial La Pléyade. Buenos Aires, Argentina.

Wertheimer, Max (1945). **Pensamiento Productivo**. Editorial Paidós. Barcelona, España.

White, L.A. (1982). **La ciencia de la cultura.** Editorial Paidós. Barcelona, España

ANEXO 1

HOJA DE RESPUESTAS DE PRUEBA DIAGNÓSTICA

Universidad de San Carlos
EFPEM

enero/2013

Cátedra de Matemática
Matemática 1, F/M, Q/B

Hoja de respuestas

Nombre:____

Carné (si tiene):__________________________________

Carrera:____

Edad:______________años

Carrera de nivel medio:______________________________

Año en que llevó su último curso de matemática:________________

Temario: 11

Marque su respuesta así: ●

1	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
2	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
3	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
4	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
5	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
6	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
7	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
8	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
9	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
10	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
11	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
12	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ

13	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
14	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
15	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
16	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
17	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
18	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
19	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
20	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
21	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
22	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ
23	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ

ANEXO 2: PRUEBA DIAGNÓSTICA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TEMARIO 11

Instrucciones:

1. Para marcar en la HOJA DE RESPUESTAS, sus datos y las respuestas a las preguntas, use un lápiz # 2, lápiz con mina B, bolígrafo negro o azul.
2. Antes de dar respuesta a las preguntas de la prueba, marque su carnet. También escriba su nombre completo. **No olvide marcar el número de su temario.**
3. Cada pregunta tiene 5 posibles respuestas: A), B), C), D), E); escoja la correcta y marque la letra correspondiente en la HOJA DE RESPUESTAS. No marque al azar, puesto que cada 5 respuestas incorrectas eliminan una respuesta correcta.
4. La prueba tiene **23** preguntas y dispone de **60** MINUTOS para responderlas. Tranquilícese y responda primero las que considere más fáciles. **No está permitido usar calculadora.**

INICIO DE LAS PREGUNTAS

1. El resultado de efectuar $3\times5-2\times7+6\times3$ es:

A) 351 B) 291 C) 19 D) – 3780 E) Ninguna de las anteriores.

2. ¿ Cuál es el siguiente número de la sucesión 2, 5, 10, 17, 26, ___ , ... ?

A) 43 B) 37 C) 35 D) 27 E)Ninguna de las anteriores

3. Si $x \neq 0$, entonces $\frac{4}{x}+\frac{2}{x}$ es igual a

A) $\frac{6}{2x}$ B) $\frac{8}{x^2}$ C) $\frac{6}{x}$ D) $\frac{6}{x^2}$ E) Ninguna de las anteriores.

4. ¿ Cuál es el número que al dividirlo entre 7 tiene residuo 4, pero que al dividirlo entre 6 tiene residuo 5 ?

A) 28 B) 53 C) 30 D) 11 E) Ninguna de las anteriores.

5. De qué número es 15 el 20 %

A) 75 B) 300 C) 35 D) 3 E) Ninguna de las anteriores.

6. Un señor dispuso en su testamento que $\frac{3}{20}$ de su finca se repartiera, en partes iguales, entre sus 4 hijos. ¿ Qué parte de la finca le tocó a cada uno ?

A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{3}{80}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{3}{16}$ E) Ninguna de las anteriores.

Continúan las preguntas →

7. Para el problema "En una función de un circo, salieron juntos a la pista elefantes y avestruces. En total había 30 ojos y 44 patas ¿ Cuantos había de cada especie ?" el sistema de ecuaciones que representa el problema y con el que se resuelve es:

A) $\begin{array}{l} 2x+2y=30 \\ 4x+2y=44 \end{array}$ B) $\begin{array}{l} 30=x+y \\ 44=x+2y \end{array}$ C) $\begin{array}{l} \frac{30}{x}+4=y \\ x+2y=44 \end{array}$ D) $\begin{array}{l} x+y=\frac{44}{4} \\ x-y=\frac{30}{2} \end{array}$

E) Ninguna de las anteriores.

8. Si $2a+b=5$, entonces $4a+2b+15$ es igual a:

A) 0 B) 20 C) $b=5-2a$ D) 25 E) Ninguna de las anteriores.

9. Juan gana Q 16.00 diarios y Pedro gana Q 20.00 diarios ¿ Qué porcentaje del salario de Juan gana Pedro a diario ?

A) 125 % B) 320 % C) 36 % D) 25 % E) Ninguna de las anteriores.

10. Si $x^{18}p^{15}=x^{-6}p^{5}R$ entonces R es igual a

A) $x^{12}p^{20}$ B) $x^{24}p^{10}$ C) $x^{-3}p^{3}$ D) $x^{-108}p^{75}$

E) Ninguna de las anteriores.

11. Si $y=1-\frac{1}{x}$, al valuar en $x=0$, se tiene que y:

A) No está definido B) es 1 C) es 2 D) es 0 E) Ninguna de las anteriores.

12. Si 18 gallinas se comen 3 libras de maíz en 6 minutos, ¿cuántos minutos tardarán 9 gallinas en comerse 5 libras de maíz?

A) 3 minutos B) 10 minutos C) 20 minutos D) $\frac{9}{5}$ minutos E) Ninguna de las anteriores.

13. El volumen de K pelotas de tenis es de 20 litros, ¿ cuál será el volumen de 1200 pelotas ?

A) $60\,K$ B) $\frac{1200}{20}=60$ C) $1200\times 20\times K$ D) $\frac{1200}{K}\,20$

E) Ninguna de las anteriores.

Continúan las preguntas →

14. Si $\frac{5}{7}$ de un número son 30, el número es:

A) 42 B) $\frac{150}{7}$ C) 1050 D) $\frac{6}{7}$ E) Ninguna de las anteriores.

15. ¿ Cuál de las expresiones de abajo ordena correctamente las fracciones $\frac{17}{20}, \frac{23}{40}, \frac{29}{30}$?

A) $\frac{29}{30} < \frac{23}{40} < \frac{17}{20}$ B) $\frac{17}{20} < \frac{23}{40} < \frac{29}{30}$ C) $\frac{17}{20} < \frac{29}{30} < \frac{23}{40}$ D) $\frac{23}{40} < \frac{29}{30} <$

E) $\frac{23}{40} < \frac{17}{20} < \frac{29}{30}$

16. El resultado de operar y simplificar $\sqrt[5]{4\times10^{640}\times8\times10^{-320}}$ es:

A) $\sqrt[5]{32}\times10^{-2}$ B) 32×10^{320} C) $\sqrt{32}\times10^{315}$ D) 2×10^{64}

E) Ninguna de las anteriores.

17. Si $\frac{6}{4}t+8=11-\frac{t}{3}$, entonces t =

A) $\frac{19}{5}$ B) $\frac{18}{11}$ C) 14 D) 3 E) Ninguna de las anteriores.

18. El resultado de efectuar $8-5(16-2\times3^2)^3$ es:

A) 6001128 B) 48 C) 117912 D) – 5208 E) Ninguna de las anteriores.

19. El resultado de efectuar $\dfrac{\frac{2}{5}+\frac{3}{5}\times3}{\dfrac{3}{1-\frac{3}{4}}-1}$ es:

A) $\frac{1}{5}$ B) 9 C) $-\frac{10}{6}$ D) $-\frac{49}{60}$ E) Ninguna de las anter

Continúan las preg

20. Al inicio de una película, en un cine hay 160 personas, de las cuales el 15 % son niños. Si a media película ingresan 10 niños más, ¿ cuál es el nuevo porcentaje de niños en el cine ?

A) 20 % B) 25 % C) 15.94 % D) 21.25 % E) Ninguna de las anteriores.

21. La expresión algebraica $\dfrac{x^2+5x}{5x}$ es igual a

A) $2x$ B) x^2+1 C) $\dfrac{x}{5}+1$ D) x^2 E) Ninguna de las anteriores.

22. Si $a < b < 0$ entonces cuál de las siguientes expresiones es verdadera

A) $a - b > 0$ B) $a^2 > b^2$ C) $b^2 > a^2$ D) $a + b > 0$

E) Ninguna de las anteriores.

23. Si $x^2 - 3x + 1 = 6$ entonces $(x^2 - 3x + 1)^2 - x^2 + 3x =$

A) 0 B) 31 C) $\dfrac{3+\sqrt{29}}{2}$ D) 36 E) Ninguna de las anteriores.

FIN DE LAS PREGUNTAS

ANEXO 3

GUIA DE ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA

1) ¿Considera que son importantes los aprendizajes previos matemáticos en el curso de Química Inorgánica I?

2) ¿Cuáles opina que son los aprendizajes previos matemáticos que necesita el estudiante de Química Inorgánica I?

3) ¿Ha tenido algún problema con los aprendizajes previos matemáticos que tienen los alumnos de Química Inorgánica I?

4) ¿Qué recomendación daría usted para evitar el problema de la falta de aprendizajes previos matemáticos en los estudiantes de Química Inorgánica I?

ANEXO 4

Puntuaciones obtenidas por los estudiantes de primer ingreso al curso de Química Inorgánica I en la prueba de aprendizajes previos matemáticos.

Corr	Carnet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	total correctas	Puntuación (100 pts.)
1	8015345	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**13**
2	8614580	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	6	**26**
3	8914665	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	**30**
4	9013577	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6	**26**
5	9314857	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	**26**
6	9520348	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	9	**39**
7	9619149	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	**22**
8	199918705	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	**22**
9	199950031	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	9	**39**
10	200110614	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	9	**39**
11	200112807	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6	**26**
12	200313738	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	**30**
13	200316234	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	**43**
14	200350827	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**13**
15	200510130	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	8	**35**
16	200514691	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**13**
17	200615581	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	**39**
18	200716261	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	**26**
19	200817391	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	**30**
20	200916043	1	1		0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	**35**
21	200916116	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	**17**
22	201015803	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	**17**
23	201016171	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	**9**
24	201022162	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	10	**43**
25	201024905	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	9	**39**
26	201115773	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	**22**
27	201122077	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	9	**39**
28	201213655	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	**26**
29	201213823	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	8	**35**
30	201219232	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	**22**
31	201314957	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**13**
32	201315038	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	**17**
33	201315153	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	**26**
34	201315192	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	10	**43**
35	201315201	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	**22**
36	201315291	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	**43**
37	201319140	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	7	**30**
38	201319161	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	**22**
39	201319240	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	**22**
40	201319262	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10	**43**
41	201319272	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	**39**
42	201322322	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11	**48**
43	201322392	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	**17**
44	201322514	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	7	**30**
		33	26	17	11	33	18	20	9	17	8	7	13	8	13	5	10	4	5	12	12	2	2	5	290	
		75%	59%	39%	25%	75%	41%	45%	20%	39%	18%	16%	30%	18%	30%	11%	23%	9%	11%	27%	27%	5%	5%	11%		

ANEXO 5

Unidades y contenidos evaluados en la prueba diagnóstica realizada a estudiantes del curso de Química Inorgánica I

Unidad	Contenidos	Pregunta	Total	%
Sistema de Números Reales	**Definición, representación y operaciones de número naturales (+, -, x, /). Axiomas, La Recta Numérica, Ley de Signos.**	**1, 2, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 22**	**14**	**61%**
Polinomios	**Simplificación de Polinomios, productos notables, factorización.**	**3, 8, 21**	**3**	**13%**
Ecuaciones e Identidades	**Resolución de sistemas de ecuaciones.**	**7, 11, 17, 23**	**4**	**17%**
Exponenciación	**Leyes de Exponentes, exponentes racionales y aplicación.**	**10**	**1**	**4%**
Radicación	**Leyes de Radicación y aplicación.**	**16**	**1**	**4%**
Total de Preguntas			**23**	**100%**

FUENTE: Prueba Diagnóstica elaborada por el Departamento de Matemáticas de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Medía EFPEM-USAC, y realizada a estudiantes del curso de Química Inorgánica I del primer semestre del año 2013, plan sabatino, cuadro de elaboración propia.

ANEXO 6

Cuadro consolidado de estudiantes aprobados y reprobados en el Curso de Química Inorgánica I en los años 2011, 2012 y 2013

	2011	2012	2013
ASIGNADOS	314	254	342
APROBADOS	88	89	117
REPROBADOS	226	165	225
% APROBADOS	28%	35%	34%
% REPROBADOS	72%	65%	66%

FUENTE: Departamento de Control Académico-EFPEM-USAC, cuadro de elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE FORMACION DE PROFESORES
MAESTRIA EN FORMACION DOCENTE

"APRENDIZAJES PREVIOS DE MATEMÁTICAS NECESARIOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA INORGÁNICA I DE LOS ESTUDIANTES DEL PROFESORADO EN ENSEÑANZA MEDIA EN QUIMICA Y BIOLOGIA DE LA EFPEM"

Marco Antonio Chacón Véliz

PROPUESTA DE APRENDIZAJES PREVIOS DE MATEMÁTICAS NECESARIOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUIMICA INORGÁNICA I

Guatemala, marzo 2014.

INTRODUCCIÓN

Los indicadores educativos son insatisfactorios en todos los niveles tal como se indica en el Informe de Desarrollo de Naciones Unidas 2011, que presentó que para el año 2011, únicamente la juventud tiene 6.9 años de escolaridad promedio.

En relación al aprendizaje de la matemática, de conformidad con las estadísticas del portal del Ministerio de Educación, para los estudiantes graduados del año 2012 y que algunos son los estudiantes que en el 2013 ingresaron a la USAC, se tiene un logro del 7.30 % a nivel nacional, resaltando que por rama de enseñanza, para Bachillerato se tiene un 9.82 %, para técnico un 9.47 %, para Perito un 6.55 %, Magisterio con 4.05, y el más bajo en esta escala de logro es la carrera de Secretariado con 1.20%.

El Departamento de Cómputo del Sistema de Ubicación y Nivelación, SUN, indica que los resultados obtenidos en los últimos años, en las pruebas de conocimientos básicos en Matemáticas han sido deficientes; en el año 2010 se evaluaron 21,678 estudiantes, de los cuales 8,937 (41%) tuvieron resultados satisfactorios y 12,847 (59%) resultados insatisfactorios. En el año 2011 se evaluaron 22,181 estudiantes, de los cuales 7,308 (33%) tuvieron resultados satisfactorios y 14,873 (67%) resultados insatisfactorios. En el año 2012 se evaluaron 27,834 estudiantes, de los cuales 9,331 (34%) tuvieron resultados satisfactorios y 18,503 (66%) resultados insatisfactorios. Lo que implica que la situación permanece igual.

Los resultados de las pruebas de conocimientos básicos en Química, aplicadas en el año 2010 por el SUN, muestran los siguientes resultados: se evaluaron 5,012 estudiantes, de los cuales 2,854 (57%) tuvieron resultados satisfactorios y 2,158 (43%) resultados insatisfactorios. En el año 2011 se evaluaron 5,092 estudiantes, de los cuales 2,289 (45%) tuvieron resultados satisfactorios y 2,803

(55%) resultados insatisfactorios. En el año 2012, se evaluaron 7,654 estudiantes, de los cuales 3,333 (44%) tuvieron resultados satisfactorios y 4,321 (56%) resultados insatisfactorios.

De acuerdo a estadísticas del Departamento de Control Académico de EFPEM, durante el año 2013, un 66 % de los alumnos fueron reprobados en el curso de Química Inorgánica I.

La presente investigación tiene como objetivo contribuir a mejorar el aprendizaje de Química Inorgánica I en los estudiantes del profesorado en enseñanza media de Química y Biología de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media – EFPEM-, para lo cual se utilizó la metodología siguiente: Se utilizó el método Inductivo, porque se realizó la investigación partiendo de premisas simples, para llegar a conclusiones de carácter general desde la acumulación de datos particulares; habiéndose obtenido entre otros, los resultados siguientes:

El promedio de los aprendizajes previos en las unidades de Matemáticas para el aprendizaje del curso de Química Inorgánica I es del 23 %, en cuanto al sistema de números reales, los estudiantes cuentan únicamente con el 34 % de promedio de aprendizajes previos, en cuanto a la unidad de Polinomios, los estudiantes cuentan únicamente con el 21 % de promedio de aprendizajes previos.

El informe de la investigación contiene, una introducción para ubicar al lector en el contenido del trabajo, antecedentes que constituyen datos de investigaciones realizadas con anterioridad en relación al tema, planteamiento y definición del problema, objetivos que orientan el trabajo, justificación que contiene los aportes del estudio, resultados, con conclusiones entre otras, que los estudiantes que inician el curso de Química Inorgánica I, no tienen los aprendizajes previos de Matemáticas necesarios para favorecer un mejor rendimiento en el curso de Química Inorgánica I, y la disponibilidad de los aprendizajes previos que poseen los estudiantes es una condición necesaria para que puedan desarrollar un aprendizaje lo más significativo posible, y recomendaciones como, previo al desarrollo de las unidades de Química Inorgánica I, diagnosticar los aprendizajes previos de Matemáticas para asegurar la posibilidad del aprendizaje exitoso, y ordenar secuencialmente los cursos de Matemáticas para que se desarrolle en los estudiantes los aprendizajes previos de Matemáticas para el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

OBJETIVOS

a) Contribuir a mejorar el aprendizaje de Química Inorgánica I en los estudiantes del Profesorado en enseñanza media de Química y Biología de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media- EFPEM-

b) Qué estudiantes y maestros tengan a disposición los aprendizajes previos de matemáticas necesarios para el aprendizaje de la Química Inorgánica I.

APRENDIZAJES PREVIOS DE MATEMÁTICAS NECESARIOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUIMICA INORGÁNICA I

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad 1: Lógica	Conceptos básicos de lógica simbólica. Proposiciones Simples y compuestas. Tablas de verdad y conectivos lógicos. Equivalencia lógica. Propiedades de las Proposiciones. Importancia de los razonamientos.
Unidad 2: Conjuntos y Elementos	Conjuntos y elementos. Relaciones de pertenencia y relaciones de inclusión. Tipos de conjunto y cardinalidad de un conjunto. Operaciones con conjuntos.
Unidad 3: Números Reales	El sistema de los números reales, axiomas. La Recta real. Notación de intervalos.
Unidad 4: Exponenciacion y Radicacion	Leyes de los exponentes y leyes de radicación. Exponentes racionales, Polinomios y simplificación de polinomios, productos notables y factorización, Simplificación de expresiones racionales.
Unidad 5: Ecuaciones e identidades	Ecuaciones lineales.

FUENTE: Cuadro de elaboración propia.