

## Innovación Educativa aplicada para el aprendizaje de “Cimentaciones”

*Educational innovation applied for learning "foundations"*

**Ricardo Campos Campos**

Universidad Veracruzana

[rcampos@uv.mx](mailto:rcampos@uv.mx)

### Resumen

En la Universidad Veracruzana la Innovación Educativa inició con una estrategia denominada “proyecto aula”. La cual significó la transformación de la práctica docente, al involucrar a los académicos de cada área del conocimiento en el diseño y aplicación de una intervención educativa que favorezca el ambiente de aprendizaje adecuado.

El presente estudio muestra los resultados de la intervención aplicada en la experiencia educativa cimentaciones, correspondiente al periodo agosto 2011-enero 2012 y desarrollada de acuerdo a los lineamientos generales del proyecto aula. El proyecto se basó en la puntualidad presentación y contenido de lecturas, exposiciones y trabajos integrados y grupales con objetivos precisos extraídos de explicaciones y planteamientos teóricos y funcionales expuestos en el aula por el Académico guía. Las tareas individuales sirvieron para evaluar parcialmente y finalmente a los estudiantes, sustituyendo así, los cuestionarios temáticos. Hubo comunicación estratégica vía internet. Y la aplicación de software fue diversa y a opción libre por parte de los estudiantes.

**Palabras clave:** Motivación; solidaridad; eficiencia.

### Abstract

At the Universidad Veracruzana Educational Innovation he began with a strategy called "classroom project". Which meant the transformation of teaching practice, to involve academics in each area of knowledge in the design and implementation of an educational intervention that promotes proper learning environment.

This study shows the results of the intervention applied in the educational experience foundation, for the period August 2011 to January 2012 and developed according to the general guidelines of

the classroom project. The project was based on the timely presentation and content of lectures, exhibitions and integrated and group work with precise objectives and explanations drawn from theoretical and functional approach presented in the classroom by the Academic guide. Individual tasks served to partially evaluate and finally to students, replacing, thematic questionnaires. There were strategic communication via the Internet. And the software application was diverse and free choice by students.

**Keywords:** Motivation; solidarity; efficiency.

**Fecha recepción:** Agosto 2014

**Fecha aceptación:** Octubre 2014

---

## Introducción

### **Contexto de la intervención.**

La mayoría de los estudiantes, provenían geográficamente de la cuenca del Río Papaloapan y de la región de los Tuxtlas. Por lo tanto, habitaban en pensiones escolares y supuestamente contaban con todo el tiempo para desarrollar sus trabajos de casa.

El 25.64 %, fueron mujeres y el 74.36 %, hombres.

Los alumnos, en un 20.51 %, no habían cursado experiencias educativas con conceptos antecedentes básicos para desarrollar con mayor profundidad las sub-competencias. Sin embargo, se ajustaron los temas a la práctica común, lo que dio buen resultado en el aprovechamiento de los estudiantes. Debido a la mediatización y principalmente promoción de los temas.

Respecto al grupo en general, muchos de ellos no tenían completa la ruta de acceso al tema central de la experiencia educativa en cuestión. Algunos la tomaron en acceso directo es decir, casi sin antecedentes conceptuales, esto tuvo como consecuencia en los hechos, que estos estudiantes fueron prácticamente arrastrados por sus compañeros de brigada o grupo de trabajo. Ya que colaboraron de manera pasiva y con casi nula creatividad. Esta situación se fue superando con el trabajo cotidiano en constante consulta con el profesor. Todo el grupo se dividió en 10 brigadas, con encomiendas especiales; pero todas vinculadas con los objetivos considerados en el programa. Todos los trabajos se revisaron y se comentaron de manera general en el proceso dentro del aula. En todo momento, se trabajó en superar los aspectos cognoscitivos diferenciales de los alumnos

para minimizar las limitaciones que de entrada impedían cubrir los aspectos mínimos de entrada establecidos en este proyecto, a saber:

**Competencias adquiridas por el estudiante, recomendables para iniciar la experiencia educativa “Cimentaciones”**

- ❖ Manejo claro de los saberes en matemáticas: cálculo: diferencial e integral, álgebra vectorial, ecuaciones diferenciales.
- ❖ Dominio de las partes de la física: estática, cinemática, cinética, hidrostática, hidrodinámica.
- ❖ Conocimiento de los materiales y dominio en el entendimiento de conceptos del comportamiento físico como: esfuerzo, deformación, resistencia, dureza, rigidez, flexibilidad, viscosidad, fluidez, tiempo de aplicación, tiempo de ocurrencia, etc. Y sus distintas relaciones.
- ❖ Dominio de los conceptos básicos del análisis estructural y nociones de diseño.
- ❖ Conocimiento de las características de los cuerpos deformables, sometidos a estados de esfuerzos cualesquiera y sus deformaciones de acuerdo a los tiempos de aplicación y tiempos de ocurrencia.
- ❖ Dominio del funcionamiento de los modelos fundamentales: Hooke, Coulomb y Newton lineal y no lineal.
- ❖ Dominio de los métodos de clasificación de suelos y rocas y así, conocer sus propiedades índice y mecánicas a partir de su origen y tipo de estructura.
- ❖ Conocimiento de los distintos modelos representativos del comportamiento mecánico del suelo y la pieza de cimentación, relativos a: capacidad de carga, asentamientos, estabilidad de taludes, empuje de suelos. En materiales secos y con presencia de agua estática y en movimiento.

**Descripción de la intervención.**

En esta Experiencia Educativa el estudiante profundiza sus conocimientos sobre distintos tipos de cimentaciones someras, intermedias y profundas, visualizándolas como sistemas acoplados de piezas y tipos de subsuelo. Con su conocimiento puede encontrar la solución óptima aplicando en todo momento los conceptos de equilibrio y estabilidad, para lo cual considerará el concepto de

factor de seguridad; compatibilidad, tomando en cuenta las rigideces de la estructura artificial y de la estructura natural, influyendo en la superficie de contacto mutua o interface; viabilidad, haciendo concordar sus planteamientos y soluciones teóricas con los procesos posibles de ejecutar y cumplir en la etapas constructiva y funcional, durante la vida útil de la Obra. Y finalmente; duración, en relación a la consistencia de las condiciones de proyecto durante el tiempo funcional de la obra, tanto en los factores críticos como ordinarios considerados en los cálculos, es decir, que exista un adecuado grado de certidumbre en los factores involucrados en el proyecto definitivo. Todo esto siempre cumpliendo con los principios que establecen la calidad, la economía racional, la seguridad al medio ambiente y el respeto a operarios, usuarios, vecinos y ciudadanía en general. Con el objetivo fundamental de alcanzar para la concepción de la obra civil, un éxito rotundo.

**Tareas/Proyectos de aprendizaje, clases de tareas, objetivos de desempeño  
(sub competencias)**

❖ **Nivel 1 ( sub competencia 1)**

*Tarea:*

Investigar sobre los distintos tipos de subsuelo y de tipos de piezas de cimentación y relacionarlos a partir de una percepción intuitiva, en sistemas acoplados o cimentaciones posibles. Rendir un informe claro y conciso con las observaciones relativas a las posibles ventajas de cada caso. Este informe será exclusivamente personal, después de una sesión de comentarios generales.

Para tener noción de la complejidad en las distintas cimentaciones, investigar sobre un ejemplo, en cada caso, de cimentaciones en obras civiles reales como: edificios, puentes, muelles, carreteras y embalses de agua o represas.

❖ *Complejidad*

En un principio esta tarea, no requiere de ningún conocimiento teórico específico y se plantea sobre la simple curiosidad de un observador ordinario, con la intención de que a partir de la información recabada, se establezca la base del estudio ordenado de las características mecánicas y funcionales de estos sistemas. Preparándose así, la plataforma conceptual para abordar la siguiente tarea.

❖ **Tecnología:** Se utiliza el internet para búsqueda de información y envío de las tareas por medio del correo electrónico, la biblioteca virtual de la USBI, se utiliza el proyector o cañón para las presentaciones.

❖ **Objetivo**

Que el alumno se introduzca en el ambiente real de las distintas obras que actualmente dan servicio a la población y cuestionen desde su punto de vista que aspectos han llamado su atención considerando los tres ejes: teórico, heurístico y axiológico.

## **Nivel 2 (sub competencia 2).**

❖ **Tarea:**

Seleccionar un tipo de cimentación y aplicar el concepto de compatibilidad mediante el establecimiento de matrices donde se relacionen: esfuerzo, compresibilidad y dimensiones o espesores. Aplicando la solución elástica que involucra las rigideces de los dos elementos que conforman al sistema denominado cimentación, para determinar la distribución de esfuerzos de contacto. Y posteriormente calcular los asentamientos diferenciales, bajo la base de una pieza de cimentación, considerando las propiedades compresibles del subsuelo. Graficar los elementos del vector de asentamientos y re calcular de manera sucesiva, las presiones de contacto en un proceso convergente hasta un nivel aceptable de aproximación. Los cálculos matriciales se pueden ejecutar en una calculadora de mano, y la representación gráfica del resultado, mediante el programa de Autocad.

El procedimiento es aplicable en todas las cimentaciones someras e intermedias. Que por su naturaleza trabajan por superficie.

❖ **Objetivo**

El alumno aplicará todos los conceptos correspondientes a: determinación de la porción de la masa del subsuelo involucrada en el sistema, compresibilidad del medio, relación de rigideces, que condiciones mecánicas impone la naturaleza de la pieza de cimentación y que condiciones impone el suelo de cimentación así como la forma de conciliar tales demandas.

**Nivel 3 (sub competencia 3).**

❖ Tarea:

Integrar al conocimiento anterior adquirido en el nivel 2, con los criterios de análisis y cálculo de aspectos como capacidad de carga unitaria última, estabilidad de taludes y empuje de las masas del subsuelo, temas de esta tarea, donde el estudiante considerará el proyecto de una cimentación real, con variantes diversas como: cajones de sub-compensación, compensación y sobre-compensación; losas de cimentación con y sin contra-trabes; zapatas corridas con y sin trabes de liga; y zapatas aisladas. Para edificaciones conocidas en el Puerto de Veracruz.

❖ Objetivo.

Se integran todos los aspectos artificiales y naturales como factores de diseño, de manera que el estudiante pueda resolver cimentaciones superficiales y someras en un contexto real, con apego a la calidad, economía y respeto al medio ambiente y a los ciudadanos.

**Nivel 4 (sub competencia 4).**

❖ Tarea:

El estudiante aplicará los conceptos teóricos y ambientales en el diseño y construcción de cimentaciones de tipo profundo como son: los pilotes, las pilas y los cilindros. Aprenderá a hacer visualizaciones fenomenológicas en cada caso, determinando las formas de trabajo de acuerdo a las piezas de cimentación y el subsuelo involucrado. Determinará los procedimientos básicos constructivos y aprenderá a llevar procedimientos de control en la ejecución de estos sistemas.

Esta será el pináculo del aprendizaje del estudiante, ya que el egresado podrá incorporarse a empresas de proyecto y construcción de cualquier tipo de obra, siempre con pleno conocimiento y versatilidad. Y sin abandonar en ningún momento la búsqueda de la calidad, la economía y el respeto por el medio ambiente y la población en general.

❖ **Objetivo.**

Se integran todos los aspectos artificiales y naturales como factores de diseño, de manera que el estudiante pueda resolver cimentaciones semi-profundas y profundas en un contexto real, con apego a la calidad, economía y respeto al medio ambiente y a los ciudadanos.

Esta sub competencia requirió de un reporte técnico final con características reales y dirigidas a un cliente hipotético.

**Métodos empleados para el seguimiento y observación del cambio.**

En todo momento el cumplimiento de las fechas de encargo de tareas por parte del Docente, y de entrega de soluciones por parte de los Estudiante, fue estricto.

Hubo consultas de grupo y personalizadas.

Los tiempos de consulta estaban abiertos vía internet.

El ausentismo se redujo respecto a otros cursos impartidos de la misma experiencia educativa. En un 6 %.

Los errores se generalizaron en su planteamiento y se resolvieron en el aula.

Se utilizó la observación participante, practicando una relación constante con los estudiantes y tomando nota de sus inquietudes y dudas escolares y de vida, de acuerdo a una bitácora que se tenía que escribir fuera de la atención de los alumnos, con el fin de no incomodarlos.

También se llevó a cabo un estudio de caso aprovechando la confianza que desarrolló un alumno con el profesor. Para ello se visitó su casa y se platicó extensamente con el sostén económico de su hogar que es su madre, enfermera jubilada del IMSS, persona con gran confianza en el futuro de sus dos hijos. Fue notable la coincidencia de las expectativas de la madre y su hijo, alumno de la facultad de Ingeniería, respecto a su futuro Profesional.

El Estudiante en cuestión tuvo un comportamiento similar a la mayoría de los compañeros, se mantuvo en contacto con el Facilitador, preguntó frecuentemente sobre los temas, planteamientos y soluciones; pero al parecer, su convicción de metas como se observó en el Estudio de caso, le permitieron destacar hasta alcanzar la máxima calificación junto a dos compañeros más, los cuales no se investigaron a profundidad. Pero se infiere que también contaban con la motivación suficiente, tal vez de otra índole. Los tres representaron el 7.69 % del grupo.

Los otros estudiantes mantuvieron un alto grado de atención a las indicaciones del Docente y respondieron satisfactoriamente a los planteamientos de cada problema técnico visto en Clase. Y

un 48.72 % del grupo alcanzó la segunda más alta calificación. El resto de los alumnos obtuvo calificación final satisfactoria; y solo un estudiante fue calificado como suficiente. Estos resultados se presentan en la siguiente gráfica.

Se llevó el conocimiento del proceso mediante dos registros de actividades. Uno, correspondiente al rendimiento escolar de manera individual, en tareas, ejercicios y lecturas relativas a cada sub competencia. Y el otro, en relación a los trabajos grupales para lo cual se dividió el grupo en 10 brigadas de trabajo. De esta manera, el primer control consistió de 39 registros, correspondientes a los 39 alumnos. Mientras que, el segundo control comprendió 10 registros correspondientes a las 10 brigadas de trabajo.

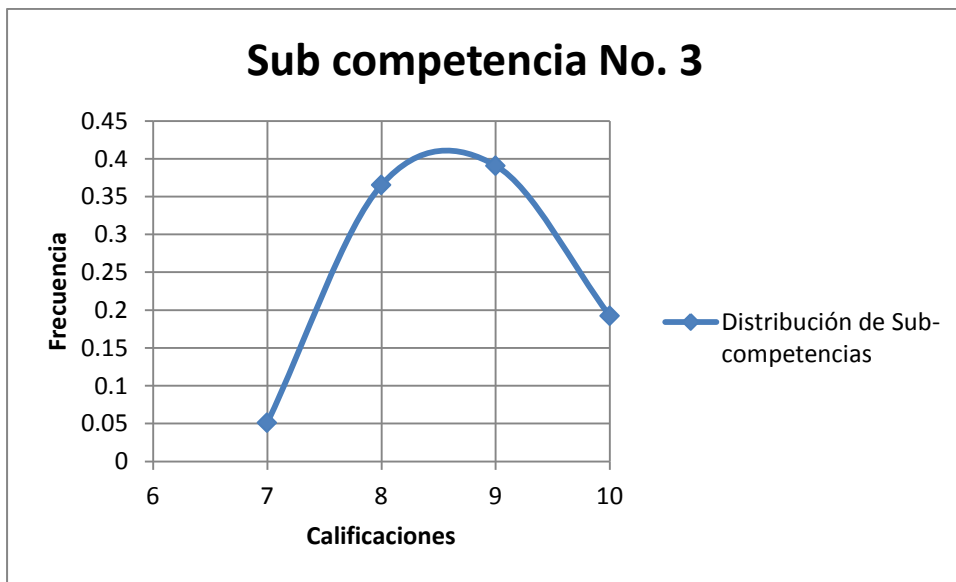
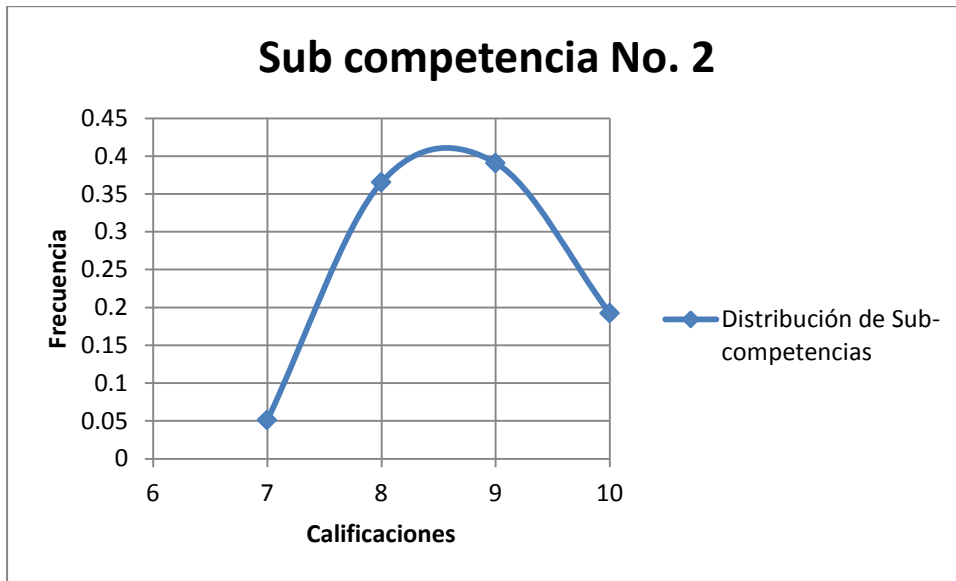
A cada estudiante se le integró un expediente con los dos controles antes mencionados. Y en todo momento se les evaluó de manera específica para al término de la experiencia educativa, desembocar en una calificación final, por alumno.

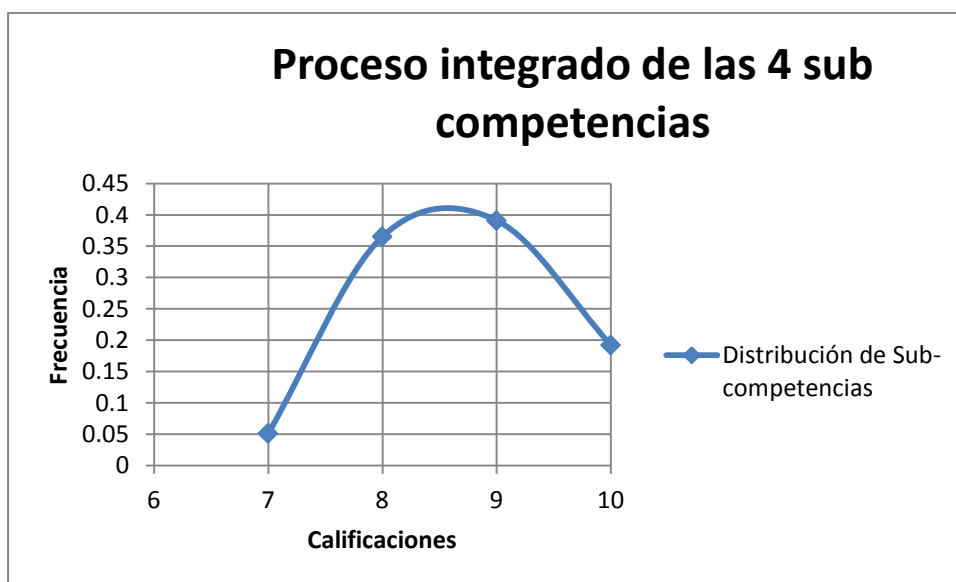
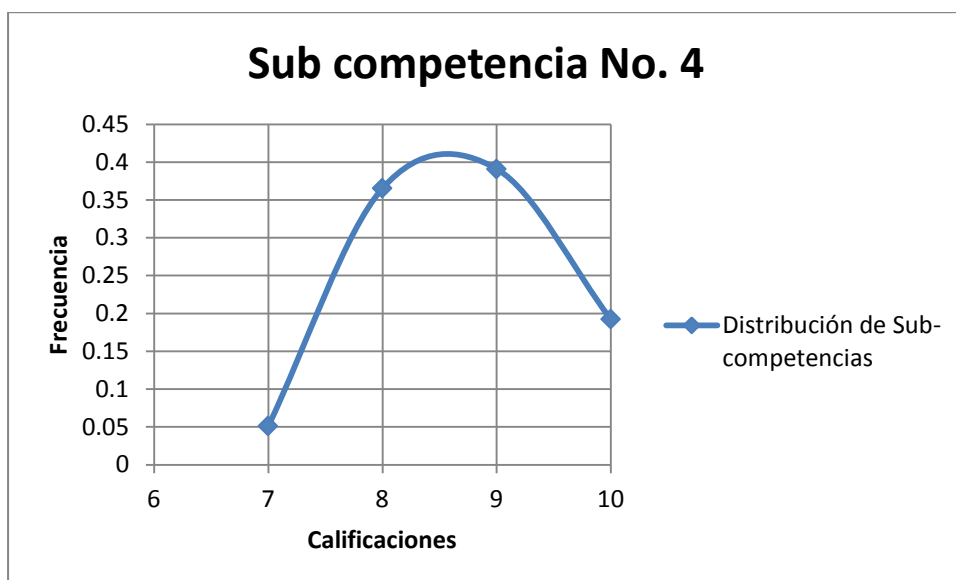
### **Resultados.**

El comportamiento de los resultados cuantitativos para cada sub competencia, se determina mediante pares ordenados: calificación - frecuencia.



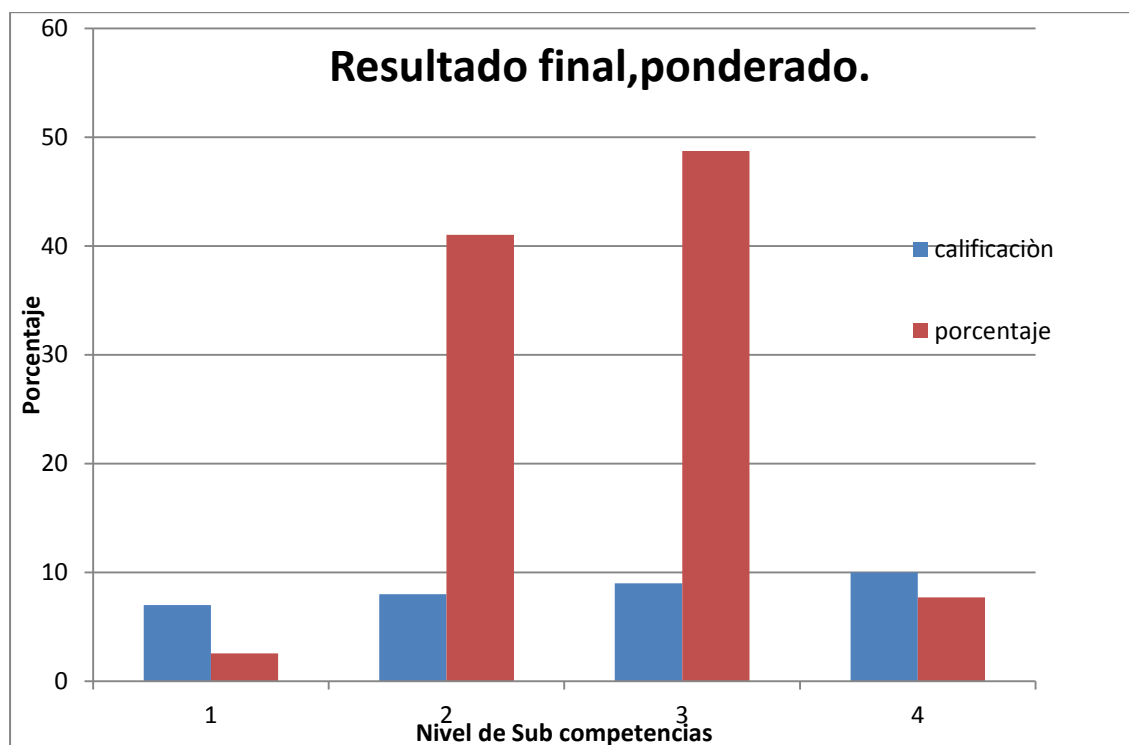






Con lo que se calculó como promedio ponderado general de la calificación final, resultó:

- Alumnos con calificación final de 7, el 2.56 %
- Alumnos con calificación final de 8, el 41.03 %
- Alumnos con calificación final de 9, el 48.72 %
- Alumnos con calificación final de 10, el 7.60 %



Los exámenes parciales fueron sustituidos con trabajos de casa, personalizadas en los casos de atraso en la entrega y satisfacción de las tareas.

El promedio general del grupo fue de 9.00, calificación que difícilmente se alcanzaba antes de esta intervención educativa.

Un resultado de gran importancia fue la integración de los esfuerzos individuales en un esfuerzo compartido.

Las gráficas correspondientes a los resultados de eficiencia alcanzados por los estudiantes,

### **Discusión y análisis.**

Quedó establecido, por la evidencia en el desempeño de los estudiantes, el gran interés por la acción investigadora en la solución de los distintos problemas reales.

Fue notable la potencialización en el desempeño de los estudiantes debido al uso de las técnicas de información y comunicación.

Sin embargo, parece que el número de alumnos en el grupo escolar, fue excesivo ya que hubo un grupo de alumnos( 6% ) apáticos encubiertos por la participación de la mayoría.

Otro factor resistente al proceso fue la insuficiencia de recursos para trasladar al grupo a los sitios donde se realizaban las construcciones con procesos interesantes y tecnología de actualidad.

Sobre la permeabilidad del grupo, la estrategia que con mayor facilidad aprendieron los Estudiantes, fue el trabajo colectivo para resolver un problema o alcanzar un objetivo común.

La motivación general del grupo se basó en las manifestaciones compartidas sobre la práctica profesional. Se discutieron situaciones de desempeño social y vinculación. En estas reuniones se manifestó la experiencia del Docente respecto a técnicas actuales y los aspectos prácticos de la profesión con veracidad y detalle.

Se manifestó entre los estudiantes un intercambio sano de conocimientos a nivel general en un proceso de integración entre experiencias educativas y actitudes de vida.

En ningún momento la experiencia particular del docente se impuso en los debates escolares y solo se utilizó para encausar los temas.

Con el modelo aplicado, es notorio el mejoramiento en el aprovechamiento de los estudiantes con el pleno ejercicio de los ejes: teórico, heurístico y axiológico.

Prueba de lo anterior es el grado del conocimiento teórico desarrollado en las distintas soluciones encontradas por los estudiantes; La originalidad de los planteamientos y la solidaridad demostrada en el desarrollo de los trabajos.

La solidaridad en los grupos de trabajo produjo un impulso hacia la colaboración de los estudiantes apáticos en la búsqueda de las distintas problemáticas planteadas en cada tarea y encargo escolar.

La apropiación del conocimiento de acuerdo a las competencias de la experiencia educativa que lograron los alumnos, desde el punto de vista colectivo, se reflejó en la evaluación final, cuyo promedio generalizado fue de 8.62.

Aquí conviene subrayar que se registró de manera adicional el registro de calificaciones de alumnas y alumnos y fue ampliamente satisfactorio encontrar que en esta experiencia no hubo diferencia significativa en la calificación general promedio y que ésta, fue de 0.03 (tres centésimos). Confirmándose una vez más el mito de la diferencia de género en los programas de Ingeniería civil.

Se aplicó el criterio a 39 estudiantes, de los cuales el 48.72 %, obtuvo una calificación final de nueve (9). El 41.02 %, de ocho (ocho). El 2.56 %, de siete (7). Y el 7.69 %, de 10 (diez). No hubo necesidad de exámenes extraordinarios.

Para incrementar las fortalezas del proyecto es fundamental la motivación del estudiante tanto en el aspecto académico como en el personal. Este factor básico, al tomarse en cuenta mediante un planteamiento específico para cada materia, se matiza por cada docente que debe informarse de las innovaciones de los demás cursos del programa para tratar de configurarlo de manera que el concepto motivacional de la experiencia educativa engarce con todas las demás, con el fin de no romper eso tan delicado que es la motivación del estudiante (para mí, bujía del comportamiento con responsabilidad) . Sin que esto signifique uniformización de criterios o percepciones que pueden obstaculizar la imaginación y libertad de pensamiento, características tan apreciadas en los criterios de enseñanza- aprendizaje, actuales.