

## APRENDIZAJE DE QUÍMICA DESDE EL ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA

T. I. Villar Masetto<sup>1</sup>  
R. L. Castro Vieyra<sup>2</sup>  
V. M. Feregrino Hernández<sup>3</sup>

### RESUMEN

En la Academia de Química (AQ), del Departamento de Formación Básica de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE), se ha detectado que existe una cantidad considerable de alumnos que no han logrado acreditar la Unidad de Aprendizaje (UA) de Química General (QG), por lo que se encuentran en situación de riesgo. Debido a lo anterior, la dirección de la ESIQIE propuso, en conjunto con la Coordinación General de Formación e Innovación Educativa (CGFIE) y la AQ, ofertar el Curso de Recuperación de Química General (CRQG), en el mes de julio de 2014. Con el objetivo de que los alumnos lograran un aprendizaje significativo, el CRQG se diseñó desde el enfoque constructivista, optando por actividades que propiciaran el aprendizaje autónomo, fomentaran el trabajo colaborativo y requirieran poner en práctica las inteligencias lógico-matemática, corporal-kinética, visual y espacial. El CRQG se impartió en 22 sesiones, cubriéndose el 100% del contenido del programa, incluyendo la parte práctica. Cada sesión comprendía 4 horas de clase presencial y 3 hrs. de actividades adicionales en plataforma Moodle. Para cursar el CRQG, se seleccionaron a 20 alumnos que hubieran reprobado la UA al menos una vez. El índice de aprobación al finalizar el CRQG fue del 93%, con un promedio grupal de 7.44 sobre 10, siendo evidente que el enfoque dado al curso junto con la constancia de los alumnos derivó en la regularización de estos en QG.

### ANTECEDENTES

Química General (QG), es una Unidad de Aprendizaje (UA) de nivel I, del área de Formación Científica Básica, de las carreras de Ingeniería Química Industrial (IQI) e Ingeniería en Metalurgia y Materiales (IMM), por lo que es sumamente importante, ya que los conceptos que en ella se estudian se utilizan a lo largo de toda la formación profesional de los estudiantes y, sin lugar a dudas, es parte de los conocimientos mínimos que deberán tener los futuros ingenieros. No obstante la importancia de la UA, en el periodo comprendido entre agosto de 2012 y diciembre de 2013, se detectó un alto porcentaje de alumnos que no habían logrado acreditarla. (Tabla 1).

**Tabla 1. Porcentaje de aprobados/reprobados de agosto 2012 a diciembre 2013**

Periodo	IQI		IMM	
	% aprobados	% reprobados	% aprobados	% reprobados
Agosto-diciembre 2012	60.5	39.5	33.9	66.1
Enero-julio 2013	46.9	53.1	30.6	69.4
Julio-diciembre 2013	54.1	45.9	52.5	47.5

<sup>1</sup>Profesora de Asignatura y Coordinadora de los Laboratorios de Química. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Instituto Politécnico Nacional. [isabel.villar.m@gmail.com](mailto:isabel.villar.m@gmail.com).

<sup>2</sup>Profesora de Asignatura. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Instituto Politécnico Nacional. [rlvieyra2002@yahoo.com.mx](mailto:rlvieyra2002@yahoo.com.mx).

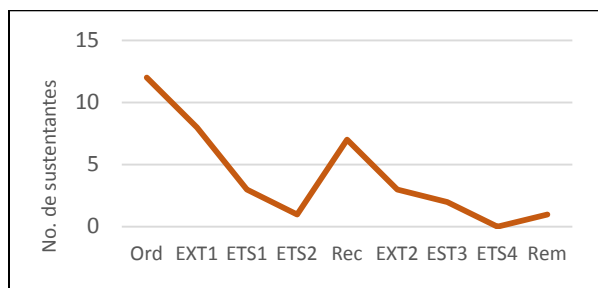
<sup>3</sup>Jefe del Departamento de Formación Básica. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Instituto Politécnico Nacional. [vifehe20@yahoo.com.mx](mailto:vifehe20@yahoo.com.mx).

Como puede observarse en la tabla 1, el porcentaje de alumnos de IQI que reprobó QG se incrementó en el periodo enero-julio de 2013. Por otro lado, el índice de reprobación de los alumnos de la carrera de IMM fue cercano al 70 % en los dos primeros periodos. Pese a que los índices de ambas carreras bajaron en el período de Julio-diciembre 2013, estos seguían siendo cercanos al 50 %, índice sumamente alto.

Según el Reglamento General de Estudios (2011) del Instituto Politécnico Nacional, (IPN), el alumno que no logre acreditar una UA en periodo ordinario, (ORD), tendrá derecho a acreditarla en periodo extraordinario, (EXT), si aun así no logra acreditar puede optar por presentar el Examen a Título de Suficiencia (ETS), o bien, recurrarla, (REC), una sola vez en la misma modalidad educativa. En caso de que aún recursándola en la misma modalidad no logre acreditarla, tendrá la oportunidad por una sola ocasión, de acreditarla en una modalidad educativa diferente a la que originalmente cursó si ésta se ofrece en el IPN y el cupo lo permite. Por lo que el alumno dispone de máximo dos periodos, (un año), para acreditar una UA en modalidad escolarizada. Posterior a esto, si aún tiene adeudos estará en peligro de no poder continuar sus estudios, por lo que se considera a este como un alumno en situación de riesgo.

Debido a lo anterior, la dirección de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, (ESIQIE), propuso, en conjunto con la Coordinación General de Formación e Innovación Educativa (CGFIE) y la Academia de Química, ofertar el Curso de Recuperación de Química General (QRQG), en modalidad mixta, durante el periodo intersemestral del mes de julio de 2014, para que los alumnos pudieran regularizar su situación en QG y, por consiguiente, continuar sus estudios.

Adicionalmente, es importante mencionar que al iniciar el CRQG, siguiendo las recomendaciones de Uberetagoyna y Galicia (2009) para la detección de alumnos en riesgo, se encuestó al grupo de alumnos asistentes al curso sobre la cantidad de veces que habían intentado, sin éxito, acreditar la UA, en diferentes oportunidades en orden temporal. Dicha encuesta reveló una importante disminución en el número de sustentantes en cada ocasión subsecuente, como puede observarse en la Figura 1.



**Figura 1. Número de sustentantes en cada oportunidad de aprobar**

Durante la primera sesión, y a lo largo del curso, se puso en evidencia que el ausentismo ó abandono de las distintas oportunidades para acreditar no se debía a desidia de los alumnos, sino más bien a la falta de confianza en sí mismos para acreditar la Unidad de Aprendizaje.

Por lo tanto, el objetivo del CRQG fue promover el aprendizaje significativo en los alumnos, y fomentar en ellos la autoconfianza, para que pudieran aprobar la UA y se dieran cuenta de que esto no era algo imposible o que dependiera de factores ajenos a ellos.

### **METODOLOGÍA**

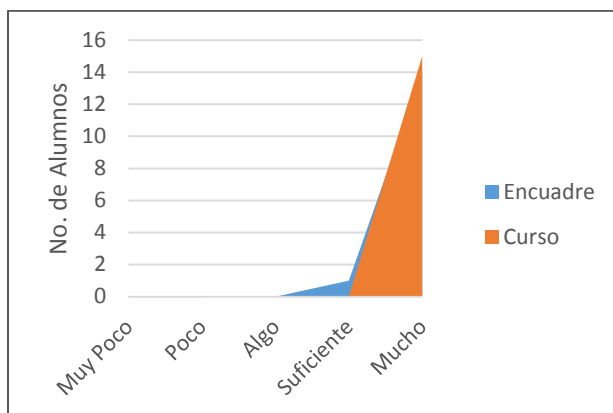
El CRQG se diseñó desde el enfoque constructivista, para cubrir el 100% del contenido del programa, incluyendo la parte práctica, en veintidós sesiones, pues es una UA teórico-práctica, en modalidad mixta. Cada sesión comprendía cuatro horas de clase presencial y tres horas de actividades adicionales a distancia, las cuales incluían actividades en plataforma Moodle. Las sesiones fueron de lunes a viernes, por lo que el curso tuvo una duración de un poco más de cuatro semanas.

Para poder brindar una atención “personalizada” a los alumnos asistentes, el CRQG se abrió con un cupo de veinticinco alumnos, frente a los cuales estarían dos profesores. Al mismo, por invitación, se inscribieron veintisiete. La selección de los alumnos se realizó en principio considerando a los alumnos en situación de riesgo, posteriormente los lugares vacantes se ocuparon con alumnos que hubieran reprobado la UA al menos una vez. De los veintisiete alumnos inscritos inicialmente, siete decidieron en la primera sesión no tomar el curso, pues no tenían disposición para dedicar el tiempo y esfuerzo que se requería, por lo tanto, al CRQG asistieron sólo veinte.

Durante el curso se pusieron en práctica distintas estrategias dirigidas a que los alumnos logaran un aprendizaje significativo, y así, pudieran tener éxito en esta ocasión para acreditar la UA. La primera estrategia se puso en práctica durante la primera sesión, al realizar el encuadre, con la finalidad de hacer sentir a los estudiantes bienvenidos y comprendidos, además, de quitarles el estigma de “alumnos en situación de riesgo”.

También se propició la unidad del grupo y el trabajo colaborativo, de manera que pudieran formarse lazos de apoyo entre ellos. Se hizo énfasis en fomentar la autoconfianza, en hacerlos reflexionar sobre la necesidad de comprometerse consigo mismos, adquirir una identidad grupal y, adoptar un código común de disciplina y compromiso, (Durán y Huerta, 2008). Producto de esta actividad surgió el nombre de “Químicos y Metalúrgicos en verano”, con el cual bautizaron los alumnos al CRQG.

Adicionalmente, esta estrategia favoreció el que se viviera un ambiente cordial y se diera el apoyo entre pares, de forma constante, durante todo el tiempo que duró el curso. Lo cual, sin duda, es la muestra de que los alumnos se sintieron bienvenidos siempre, no sólo el primer día y, de que la sesión de encuadre (a la que se dedicaron dos horas), rindió frutos (Figura 2).



**Figura 2. Sensación de bienvenida**

Considerando que existen siete estilos de aprendizaje, las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas básicamente se centraron en actividades que favorecieron los estilos de aprendizaje corporal-kinestésico, visual (Chandler, n.d.), y a través del uso de las TIC, pues se consideró que éstas eran las más adecuadas para que los estudiantes pudieran “construir” su propio conocimiento.

Las estrategias de tipo corporal-kinestésico se utilizaron en los temas de:

- Nomenclatura de Química Inorgánica, mediante el uso de tarjetas las cuales hicieron los mismos alumnos; en ellas escribieron las fórmulas y nombres de diferentes iones. Al trabajar en equipo y combinar las tarjetas que habían elaborado individualmente, los alumnos podían “construir” infinidad de compuestos. Esta actividad se muestra en la Figura 3.



**Figura 3. Alumnos trabajando sobre ejercicios de nomenclatura**

- Conceptos fundamentales. Debido a que es difícil dimensionar cantidades muy pequeñas, como lo son las unidades de masa atómica (u), se pidió a los alumnos que hicieran tantas bolas de plastilina como les fuera posible, con la condición de que cada una fuera de menor tamaño que la anterior, partiendo de una bola del tamaño de una canica “agüita” (Figura 4). Posteriormente debían pesar la bolita más pequeña y reflexionar sobre la posibilidad de pesar una bolita de  $1.672 \times 10^{-27}$  kg (1 u). A partir de ahí se abordaron los conceptos de mol y Número de Avogadro, para

lo cual se proporcionó a los alumnos una mol de diferentes sustancias como: 12 g de carbón, 58.5 g de cloruro de sodio, 65.4 g de zinc (clips), etc., las cuales son perfectamente manipulables.



**Figura 4. Alumnos evaluando el tamaño de un átomo**

- En estructura atómica, se hizo uso del “kit bidimensional del modelo atómico actual”, el cual contenía figuras de fieltro y botones, correspondientes a los orbitales atómicos s, p y d, y a los electrones, respectivamente. Por medio de él, los alumnos debían relacionar los números cuánticos con los orbitales correspondientes y “construir” configuraciones electrónicas.

En cuanto a las estrategias de tipo visual, teniendo en cuenta las sugeridas por Pimienta (2012), los alumnos realizaron: mapas mentales de los conceptos relacionados al tema “materia”, líneas del tiempo de la evolución del modelo atómico y un collage con imágenes que describieran la importancia del puente de hidrógeno y enlace metálico en la vida cotidiana.

En lo que respecta al uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), se utilizaron: 1. Presentaciones de power point sobre estequiometría, (con animaciones sobre pureza, conversión y reactivo limitante), conceptos relacionados con el modelo atómico, formación de enlaces, etc., 2. Videos de la evolución del modelo atómico actual y formación de orbitales híbridos, y 3. Enlaces a páginas de internet, previamente seleccionadas. Todo lo anterior, disponible en plataforma Moodle.

Dentro de la plataforma también se incluyeron actividades *Test* de algunos temas, los cuales permitían a los alumnos conocer su grado de aprendizaje, pues se daba la calificación de forma inmediata, señalando aciertos y errores e indicando la respuesta correcta.

Por otra parte, los alumnos realizaron un programa en Excel que permitía hacer el balance de materia para cualquier reacción de tipo  $A + B \rightarrow C + D$ , en tanto, los mapas mentales y líneas del tiempo antes mencionados fueron elaborados en Power Point.

Ahora bien, como se mencionó anteriormente, debido a que QG es una UA de tipo teórico-práctica, se realizaron seis prácticas de laboratorio en total: tres en la plataforma Moodle y

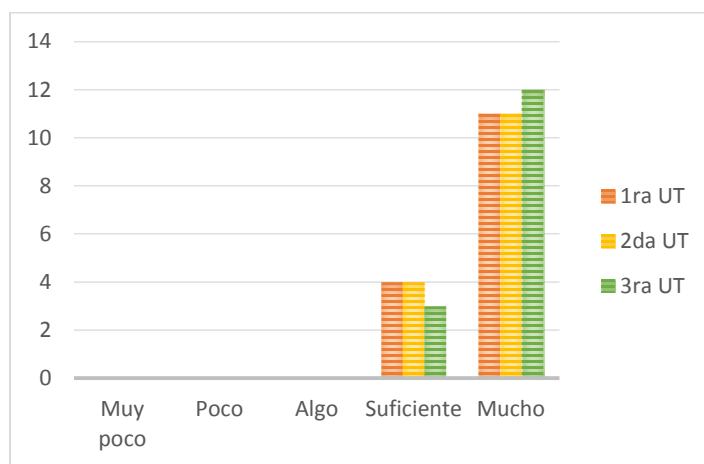
tres más de modo presencial. Las prácticas seleccionadas para ser realizadas en la plataforma fueron aquellas que permitían el uso del ambiente virtual y no requerían de la manipulación directa de materiales, instrumentos y sustancias. Para la realización de las prácticas de presenciales se contó con el apoyo de seis profesores de laboratorio, dos por cada sesión.

El curso se dividió en tres partes, correspondientes a las tres Unidades Temáticas (UT) de las cuales consta el programa y, tal como en un curso ordinario, para la evaluación de cada unidad se consideró 15% de evaluación continua, 15% de evidencia temática, 50% de evaluación de escrita y 20% de laboratorio.

Finalmente, hay que decir que dado que se conocía el grado de inseguridad que los alumnos tenían al iniciar el curso y se era consciente de la tensión que podía generar el enfrentarse nuevamente a las evaluaciones escritas, antes de cada una de ellas se hicieron ejercicios de meditación, relajación, atención dirigida y concentración sostenida, utilizando música clásica, (con cuerdas como violines y guitarra, como auxiliar), para que se relajaran y sintieran seguros.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como resultado de la mejora en la confianza de los alumnos y las estrategias de aprendizaje utilizadas, pudo observarse que la sensación de mejora en el aprendizaje durante la primera Unidad Temática, fue alta para la mayoría de los alumnos (Figura 5), lo cual concuerda con el hecho de que más del 80% de los alumnos acreditaron este parcial (Tabla 2). Resultados muy parecidos se obtuvieron en el segundo parcial, en tanto que en el tercero se alcanzaron aún mejores resultados.



**Figura 5. Sensación de mejora en el desarrollo de habilidades en cada UT**

Como puede observarse en la Tabla 2, el porcentaje de aprobados en los tres parciales, así como al final, oscila entre el 80 y el 93%, con un promedio grupal de alrededor de 7.

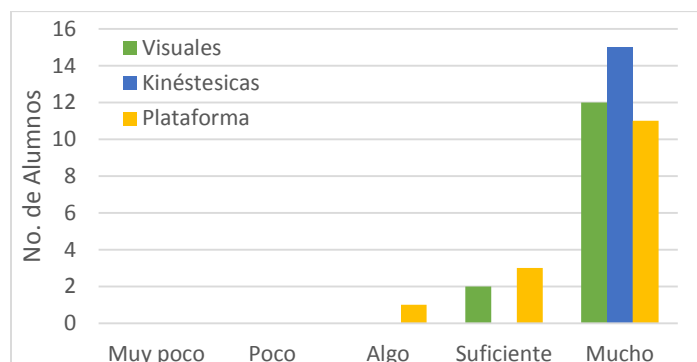
**Tabla 2. Calificaciones de los alumnos**

Calificación	% alumnos							
	Primer parcial		Segundo parcial		Tercer parcial		Promedio final	
	EE	Total	EE	Total	EE	Total	EE	Total
<b>5 ó menos</b>	15%	20%	17%	17%	7%	7%	13%	7%
<b>6</b>	20%	15%	22%	22%	13%	0%	7%	7%
<b>7</b>	25%	20%	6%	28%	33%	47%	40%	33%
<b>8</b>	20%	20%	22%	17%	13%	27%	13%	27%
<b>9</b>	5%	25%	17%	17%	33%	20%	20%	27%
<b>10</b>	15%	0%	17%	0%	0%	0%	7%	0%
<b>Aprobados</b>	<b>85%</b>	<b>80%</b>	<b>83%</b>	<b>83%</b>	<b>93%</b>	<b>93%</b>	<b>87%</b>	<b>93%</b>
<b>Promedio grupal</b>	7.1	7.2	7.3	6.8	7.5	7.6	<b>7.44</b>	<b>7.37</b>

EE: Evaluación Escrita      Total: evaluaciones escrita y continua, evidencia temática y calificación de laboratorio.

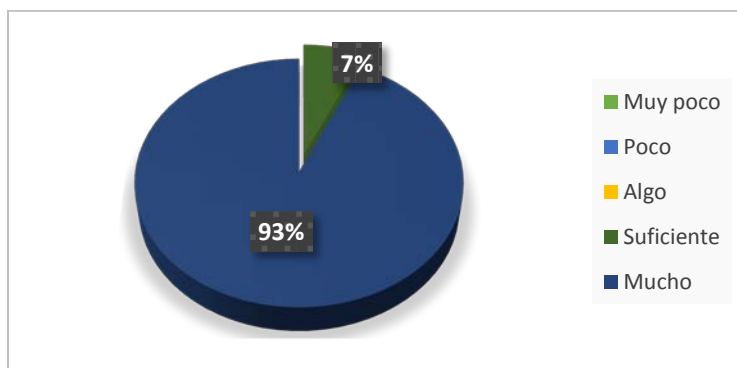
Con respecto al promedio grupal se nota que no hay una variación significativa entre el obtenido considerando sólo la calificación de la evaluación escrita y la calificación total. Sin embargo, los alumnos que obtuvieron la calificación más alta en las evaluaciones escritas, no la conservaron al considerar el resto de las actividades, de forma que su calificación total fue menor.

En la Figura 6 puede observarse que los buenos resultados obtenidos, según los mismos estudiantes, se debió a la ayuda de las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas.



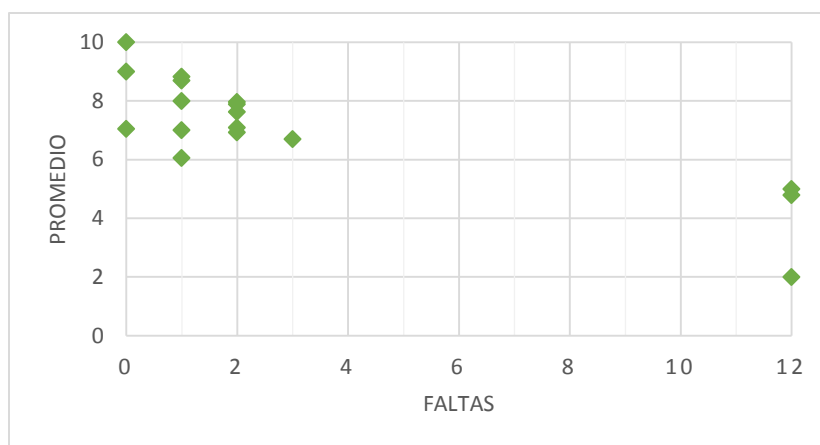
**Figura 6. Sensación de ayuda de las estrategias utilizadas**

Además, los ejercicios de meditación, atención dirigida y concentración sostenida realizados antes de las evaluaciones escritas también tuvieron una influencia positiva en el desempeño de los alumnos, pues la mayoría reconoce haberse sentido mejor durante dichas evaluaciones gracias a ellas. Excepcionalmente, sólo uno de los estudiantes mencionó no haber logrado concentrarse (Figura 7).



**Figura 7. Influencia de las actividades previas a los exámenes**

Pese a los excelentes resultados obtenidos, hubo alumnos que no lograron acreditar el CRQG, lo cual parece estar vinculado a la falta de constancia, ya que en este sentido es necesario mencionar que existe una relación directa entre las calificaciones obtenidas y la cantidad de asistencias a las sesiones presenciales. Correspondiendo, indudablemente, el más bajo rendimiento a los alumnos con mayor ausentismo (Figura 8).

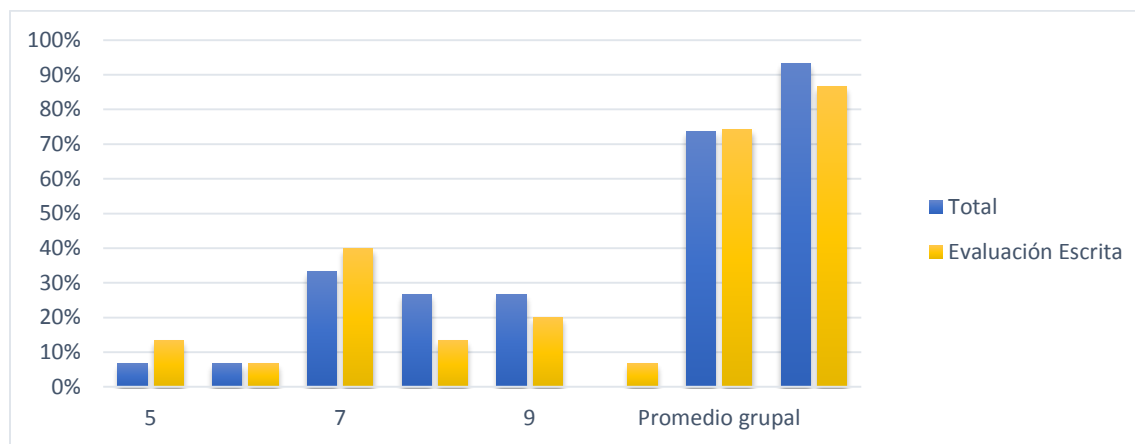


**Figura 8. Relación entre las faltas y el desempeño académico**

En cuanto a la eficiencia terminal, esta fue del 75%, pues de los veinte alumnos que iniciaron el curso, en el segundo parcial desertaron dos y en el tercero tres, finalizando sólo quince.

En último lugar presentamos la gráfica correspondiente al desempeño final del grupo, el cual puede considerarse sobresaliente, lo cual sin duda es consecuencia de la aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje que propiciaron el aprendizaje significativo. Cabe resaltar que la confianza renovada de los alumnos para poder acreditar la Unidad de Aprendizaje también resultó fundamental para la obtención de estos resultados (Figura 9).





**Figura 9. Calificaciones finales de los alumnos**

## CONCLUSIONES

Diseñar el CRQG desde el enfoque constructivista permitió que los alumnos “construyeran” su propio conocimiento, lo cual derivó en la obtención de un aprendizaje significativo. Al aprender de esta manera, los estudiantes realmente pudieron comprender y retener los temas estudiados, por lo que al enfrentar las evaluaciones escritas fueron capaces de dejar a un lado el stress que estas provocan, de forma que no afectara su desempeño.

Se puede asegurar que las estrategias utilizadas fueron las adecuadas, ya que consideraban las diferentes formas de adquisición del conocimiento. Además, la diversidad de los integrantes del grupo permitió que el apoyo entre pares, -que fue fomentado por los docentes- fuera de gran utilidad a lo largo de todo el curso.

Por otra parte, la información adicional disponible en plataforma Moodle, así como las actividades elaboradas por este medio, sirvieron como complemento a las actividades llevadas a cabo durante las sesiones presenciales, facilitaron la entrega de evidencias temáticas e hicieron posible que se realizaran las seis prácticas de laboratorio en tan sólo cuatro semanas, pues tres se hicieron a través de ella.

En cuanto al ambiente de trabajo, fue benéfico el que dos profesores atendieran un grupo de 20 alumnos. Ya que, por una parte, se pudo brindar atención prácticamente personalizada, y por otra, el alternar los horarios frente a grupo y las actividades de gestión que conlleva el impartir un curso -como preparar materiales, diseñar evaluaciones, calificar evidencias, etc.- hizo que los roces personales que pudieran haberse presentado entre alumnos y docentes se vieran minimizados, impidiendo así que los estudiantes llegaran a albergar la sensación de que estos podrían afectar su calificación.

Todo lo anteriormente expuesto derivó en que el curso tuviera éxito, mismo que pudo medirse mediante: 1. La eficiencia terminal que fue del 75%, 2. El índice de aprobación que fue del 93% y, 3. El promedio grupal que fue de 7.44 sobre 10.

En suma, puede decirse que ofertar un curso en modalidad semipresencial (mixta), diseñado desde el enfoque constructivista, como una opción adicional a las existentes en el sistema escolarizado, permitió que los alumnos en situación de riesgo pudieran regularizar su situación en QG y continuar sus estudios. Por esta razón se recomienda implantar este tipo de cursos en forma continua.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Chandler, J. (n.d.). *Los 7 estilos de aprendizaje*. Obtenido el 17 de mayo de 2014, de [http://www.ehowenespanol.com/7-estilos-aprendizaje-hechos\\_312753/](http://www.ehowenespanol.com/7-estilos-aprendizaje-hechos_312753/)
- Durán, D., Huerta, V. (2008). *Una experiencia de tutoría entre iguales en la Universidad mexicana de Oaxaca*, Revista Iberoamericana de Educación, n.d. (48) 1-15.  
DOI: [http://fel.uqroo.mx/adminfile/files/memorias/huerta\\_cordova\\_vilma\\_et\\_al.pdf](http://fel.uqroo.mx/adminfile/files/memorias/huerta_cordova_vilma_et_al.pdf)
- Instituto Politécnico Nacional. (2011). *Reglamento General de Estudios*. Gaceta Politécnica, 13 (866) 14-19.
- Pimienta, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson Educación.
- Uberetagoiena, S., Galicia, J. A. (2009). *Propuesta metodológica para la detección de alumnos en riesgo escolar en licenciatura*. México: Autor. Obtenido el 30 de mayo de 2014, de <http://servicios.encb.ipn.mx/tutorias/formatos/TESINAS/Alumno%20en%20Riesgo%20Uberetagoiena-Galicia.pdf>