

Enfoque multidisciplinario para integrar la tecnología y la química orgánica en proyectos de innovación social

Resumen— El contenido de los cursos de Ciencias Computacionales a nivel profesional, permite el uso de múltiples proyectos aplicados a una gran variedad de disciplinas, como es en el área de las Ciencias. Igualmente, la búsqueda de recursos adecuados para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias exactas, particularmente de la Química Orgánica, ha sido un reto constante, ya que es una materia difícil con una tasa de reprobación considerable. Es por eso, que este trabajo trata sobre aprendizaje multidisciplinario, orientado a proyectos, mediante el cual, los estudiantes desarrollan competencias disciplinares y transversales con la implementación de los diferentes proyectos. Los principales actores son los estudiantes de los cursos: Fundamentos de Ingeniería de Software (FIS), Administración de Proyectos de Ingeniería de Software (APIS) y Química Orgánica Estructural (QOE). De acuerdo al Modelo Educativo TEC21, de acuerdo a la Referencia [1], en el cual se espera que los estudiantes desarrollen competencias como trabajo en equipos multidisciplinarios y resuelvan problemas de la vida real, se logra a través de este proyecto, donde los estudiantes desarrollan aplicaciones educativas con uso de tecnología en forma multidisciplinaria, para apoyar y promover el aprendizaje de la Química Orgánica en estudiantes de la comunidad, para diferentes niveles de escuelas públicas o privadas.

Palabras claves— Multidisciplinaria, tecnología, ciencia, ciudadanía.

I. INTRODUCCIÓN

Los programas de estudio de Ciencias Computacionales, se prestan favorablemente para aplicarlos, transmitir y generar una gran cantidad de conocimientos de diversas disciplinas, como es el área de las ciencias. Particularmente para la Química Orgánica, la búsqueda de recursos adecuados que apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta materia, ha sido una ardua labor, puesto que se trata de una materia con un índice considerable de dificultad para su estudio y para su comprensión. Tomando en cuenta lo anterior, este trabajo trata sobre el aprendizaje multidisciplinario, a través del cual, los alumnos desarrollan competencias disciplinares y transversales mediante la realización del proyecto *TechOChem Connect (Technology Organic Chemistry Connect)*. Los alumnos participantes en este proyecto, cursan las materias de Fundamentos de Ingeniería de Software, Administración de Proyectos Ingeniería de Software y de Química Orgánica Estructural. De acuerdo al Modelo Educativo TEC21 según Referencia [1], se espera que los estudiantes desarrollen

competencias para trabajar en equipos multidisciplinarios y solucionen problemas reales del entorno, por lo que mediante este proyecto, los estudiantes desarrollan recursos tecnológicos didácticos, mediante los cuales, se fortalece y promueve el aprendizaje de la Química Orgánica en los estudiantes de una comunidad, ya sea nivel secundaria o preparatoria de escuelas públicas o privadas.

II. DESARROLLO

A. Marco teórico

La aplicación de la multidisciplinaria en la educación es una relevante aportación en los modelos educativos actuales, y de acuerdo a la Referencia [2], la multidisciplinaria se define como: “la forma de organización de los contenidos, que consiste en presentar, una al lado de otra, diversas asignaturas heterogéneas, sin conexión entre sí”. Ya que en este trabajo se resalta el enfoque de aprendizaje colaborativo, se ha establecido su relación con la inter, trans o multidisciplinaria, ya que conlleva al resultado del enriquecedor desarrollo de competencias disciplinares y transversales, como lo afirma la Referencia [3], la cual también enfatiza, que el producto de aprendizaje resulta inminente, cuando: “se logra estructurar una cooperación interdisciplinaria para desarrollar la puesta en sinergia de los conocimientos provenientes de varias disciplinas”. Respecto a las disciplinas implicadas en este trabajo, como las ciencias y tecnología, en los últimos años, de acuerdo a la investigación educativa de la Referencia [4], se ha declarado un gran interés por revisar las metodologías de enseñanza de éstas en los niveles preuniversitarios, considerando el enfoque al desarrollo de competencias que permitan lograr un mejor desarrollo personal, profesional y social de los estudiantes. Más que la adquisición de información, este estudio, apunta en forma destacada que el proyecto implementado en este trabajo, tenga vinculación con la comunidad de *Prepanet* (preparatoria en línea del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey), para enfocar el aprendizaje de los estudiantes, no solamente de contenidos del curso, sino desarrollando competencias ciudadanas y sociales. Así mismo, considerando la naturaleza del producto resultante de este proyecto, que se enfoca al desarrollo de recursos tecnológicos interactivos, se ha comprobado que los

Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

estudiantes actuales, tanto preuniversitarios como universitarios, considerados nativos digitales, tienen mayor preferencia por el canal visual de aprendizaje, y un considerable interés hacia lo lúdico, debido al tiempo que han sido expuestos a las nuevas tecnologías de información y de comunicación (TICs), desde su niñez según la Referencia [5]. Otra cuestión importante por resaltar desde el aspecto pedagógico, es que se ha demostrado que los estudiantes desean crear productos usando las herramientas de su generación, trabajar con sus compañeros tomando sus propias decisiones y compartiendo liderazgo, no sólo en su clase sino también conectándose con estudiantes de otras disciplinas, para compararse y hasta para competir; además, le dan un valor relevante al aplicar sus conocimientos en la solución de un problema real según la Referencia [6].

B. Descripción

La innovación consiste en la interrelación de dos disciplinas Ciencias Computacionales y la Química Orgánica, por medio de los cursos de Fundamentos de Ingeniería de Software (FIS), Administración de Proyectos de Ingeniería de Software (APIS) y Química Orgánica Estructural (QOE). Los alumnos de estas 3 materias trabajaron en forma multidisciplinaria para desarrollar un recurso tecnológico educativo para apoyar el aprendizaje de diversos contenidos de la materia de Química II de estudiantes de *Prepanet*. El proyecto desarrollado recibe el nombre de *TechOChem Connect* y se centra en un modelo que se ajusta naturalmente a las características del Modelo Tec21, ya que promueve la participación activa y multidisciplinaria de alumnos y profesores a través del uso de la tecnología y generando ambientes reales de solución de problemas de la comunidad, en donde se espera que los alumnos transfieran los aprendizajes propios de su disciplina, al tiempo que fortalezcan competencias éticas y ciudadanas.

C. Proceso de implementación

Este proyecto se ha implementado en los semestres agosto-diciembre 2016 y en el semestre de enero-mayo 2017, para los cursos antes mencionados. Primero, se establecieron los equipos de trabajo, integrados por 3 alumnos de cada materia. Se asignaron los temas al azar para cada equipo, estos temas corresponden a los contenidos conceptuales de la materia de Química II de *Prepanet*. El proyecto se divide en cinco fases, la Fase 1 de Objetivo y Diagnóstico, la Fase 2, Pre-Diseño, la Fase 3 de Desarrollo, la Fase 4 de Implementación y Evaluación y por último, la Fase 5, de la Presentación y Entrega Final. En la Tabla 1 se muestran los contenidos de cada etapa.

Las entregas de las fases se calendarizaron durante el transcurso del semestre. Los roles de los alumnos de las diferentes disciplinas varían. El rol de los alumnos de la materia de Química Orgánica Estructural, tienen la función de

desarrollar los contenidos del tema asignado; ellos deben delimitar, investigar y documentar el tema a desarrollar. Los

TABLA 1. FASES DEL PROYECTO *TechOChem CONNECT*

FASE I. Objetivo y Diagnóstico	Descripción del tema seleccionado por el equipo Objetivos generales de aprendizaje Diagnóstico de situación actual Objetivos específicos solidarios
FASE II. Pre-diseño	Descripción breve de 3 ideas de los contenidos propuestos para el material tecnológico a desarrollar. Descripción de los conceptos de la química orgánica. Pre-Diseño del recurso tecnológico. Plan de acción: Diagrama de GANT Primer borrador del Documento de Requerimientos de Software Primera versión del Documento de Plan de Proyecto de Software
FASE III. Desarrollo	Descripción de la idea seleccionada por el equipo. Descripción del recurso tecnológico a desarrollar, ya sea juego, aplicación, página interactiva, etc. <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo del material requerido para el recurso tecnológico, el cual debe ser generado por los integrantes del curso. Uso del editor <i>ChemSketch</i> de ACD Labs (Advanced Chemistry Development Laboratories), para dibujar las estructuras de moléculas orgánicas involucradas en el material. Actualizar y entregar Documento de Requerimientos de Software. Actualizar Documento de Plan de Proyecto de Software.
FASE IV. Implementación y Evaluación	Temas, conceptos, principios o técnicas del Laboratorio de Química Orgánica que se abarcaron en el desarrollo del proyecto. <i>Storyboard</i> del recurso tecnológico desarrollado: descrita con imágenes y apoyada con una breve explicación en el orden en que aparecen en el material desarrollado. Preguntas y respuestas realizadas en la comunidad, mínimo 6 miembros de la comunidad con la que se vincula, incluya nombre, ocupación y edad. Actualizar Documento de Plan de Proyecto de Software. Desarrollo del producto de Software.
FASE V. Presentación y Entrega Final	Entrega de documentos finales y recurso tecnológico desarrollado. Presentación carteles digitales e impresos. Presentación del Producto de Software a todos los involucrados y a la comunidad en general.

alumnos de Fundamentos de Ingeniería de Software (FIS), desarrollan el documento de Requerimientos del proyecto. Los alumnos de Administración de Proyectos de Ingeniería de Software (APIS), planean, administran y construyen el producto final, el recurso tecnológico o aplicación de software, además asesoran y dan retroalimentación a los alumnos de FIS, para entre todos, desarrollar las fases 4 y 5, fases finales del proyecto. El recurso tecnológico a desarrollar, se debe de tener listo 1 semana antes del último día de clases del semestre, para tener tiempo suficiente de mostrarlo, probarlo y evaluarlo en la comunidad beneficiaria, que es *Prepanet*. Algunos de los temas que son parte del programa de estudios de la materia de Química II, que se han desarrollado por los

equipos multidisciplinarios, son reacciones de hidrogenación y oxidación de grasas, de fermentación, reacciones de metabolismo de carbohidratos, de producción de azúcares, colorantes orgánicos, solventes industriales, producción de plásticos y fármacos, entre otros. Se diseñaron las guías, formatos y rúbricas para la retroalimentación y evaluación de cada fase, de manera que al estudiante le fuera más claro el seguimiento de instrucciones para el contenido, sin coartar la libertad de la creatividad y diseño del recurso tecnológico a desarrollar. La primera semana de clases, se les proporciona a los estudiantes la rúbrica para el diseño y desarrollo de la aplicación o software, y el calendario para la entrega de las diferentes fases del proyecto *TechOChem Connect*. Para el desarrollo de contenidos del recurso tecnológico, se hizo uso de un editor molecular *ChemSketch de ACD Labs* (Advanced Chemistry Development Laboratories), para la elaboración de las estructuras químicas de las sustancias involucradas en los diversos temas.

III. RESULTADOS

Al implementar este proyecto en dos semestres consecutivos, se generaron 22 recursos digitales educativos, como son aplicaciones para dispositivos móviles, páginas interactivas en WWW, video-tutoriales con animaciones, simuladores, para la enseñanza de la Química Orgánica para alumnos de *Prepanet*. En la Tabla 2, se indican algunos de los recursos tecnológicos desarrollados por los alumnos.

TABLA 2. NOMBRES DE ALGUNOS RECURSOS TECNOLÓGICOS DESARROLLADOS EN FORMA MULTIDISCIPLINARIA POR ALUMNOS DE LAS MATERIAS DE APIS, FIS Y QOE

Biopolymer Trivia	Solvenet
Carrera electrofílica	Coloreaction
CeTrivia	Divertiéster
Chem Review	Fermonsoft
Polibora	Paper's Life
RXS Aminas	REDOX
ChemLearning	Hidrograsas
Carboxylic acids Reactions	PeekPeek

Los alumnos de las diferentes materias fueron interaccionando en forma ascendente conforme más avanzaban, puesto que la primera y segunda fase, participaban en mayor porcentaje los alumnos de la materia de Química Orgánica, ya que ellos realizaron la parte diagnóstica de los temas del programa de Química II, que más se dificultaban a los alumnos, y la forma en que les gustaría aprenderlos. A partir de ahí pudieron establecer la naturaleza del contenido que debería incluir de acuerdo al programa de estudios de la preparatoria. Posteriormente en las fases siguientes, los

alumnos de las 3 materias colaboraron en seleccionar, diseñar y desarrollar la forma en que se presentaría este material para los alumnos de *Prepanet*. Todos los alumnos de profesional, que participaron, aportaron sus conocimientos y capacidades de acuerdo a su carrera, y pudieron negociar sus opiniones y recomendaciones para terminar con un producto de excelente calidad tecnológica y educativa.

Al final de la implementación tomando en cuenta desde la primera fase diagnóstica hasta la cuarta fase, se evalúa la herramienta tecnológica desarrollada de manera multidisciplinaria con una encuesta final en forma de cuestionario que se aplica a los usuarios de preparatoria. En esta encuesta se realizan preguntas acerca de que si el material desarrollado contiene elementos amigables en su interacción, si la información que presenta es clara y sencilla de comprender, si en algún momento, este material tecnológico invita a interesarse por el tema y conocer aún más y si ayuda a comprender la importancia y la contribución de la química en la vida real. Y analizando las respuestas a estas preguntas, se percibe una alta motivación por parte de los alumnos de preparatoria para interaccionar con el material, así como mayor interés sobre el tema. En la Fig. #1 y Fig. #2, se muestran ejemplos de recursos tecnológicos desarrollados por los alumnos en forma multidisciplinaria.



Fig. 1 Ejemplo de la aplicación “Chem Review”, desarrollado en forma multidisciplinaria del tema de carbohidratos.

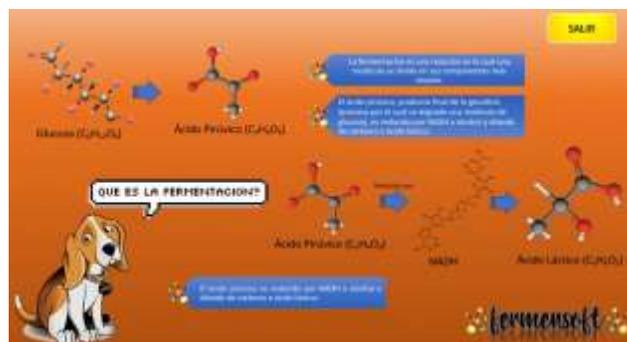


Fig. 2. Ejemplo de la aplicación “Fermonsoft” desarrollado en forma multidisciplinaria del tema de fermentación.

Para evaluar este proyecto educativo y analizar el impacto en nuestros cursos, se utilizó una encuesta dirigida a los alumnos que participaron en este proyecto durante los semestres agosto-diciembre 2016 y enero-mayo 2017. Los alumnos encuestados fueron de las carreras de ITC, INT, IQA e INCQ de nuestra Universidad. En total fueron 84 alumnos entrevistados, de los cuales 37 pertenecen al primer trimestre de la carrera, 23 son del segundo trimestre y 24 más del último trimestre de la carrera.

Se formularon 6 preguntas en la encuesta, evaluadas de 1 a 4, donde 1 es Muy poco y 4 es Excelente, en referencia a la percepción de los alumnos acerca del proyecto desarrollado y sus aprendizajes:

1. Fomentó el aprendizaje de contenidos disciplinares.
2. Fomentó el aprendizaje de contenidos transversales (ciudadanía y compromiso con la comunidad).
3. Solucionó un problema real de la comunidad.
4. Fomentó el aprendizaje de contenidos de las otras disciplinas (diferente a la disciplina propia).
5. Desarrolló la competencia de trabajo colaborativo multidisciplinario.
6. Desarrolló la competencia de innovación y creatividad.

Los resultados obtenidos en dichas encuestas están representados de la Fig. #3 a la Fig. #8. En estas figuras se indican el factor de percepción de los alumnos en el desarrollo de diferentes competencias y aprendizajes logrados, vs el número de alumnos encuestados. Todos los alumnos encuestados, son estudiantes que cursaron las diferentes materias que participaron en el proyecto multidisciplinario.

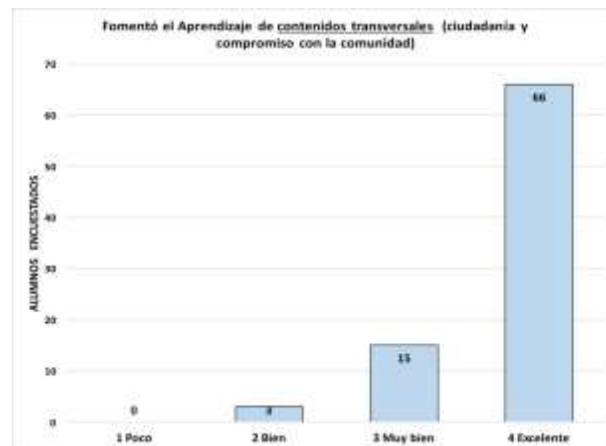


Fig. 4. Fomentó el aprendizaje de contenidos transversales (ciudadanía y compromiso con la comunidad).

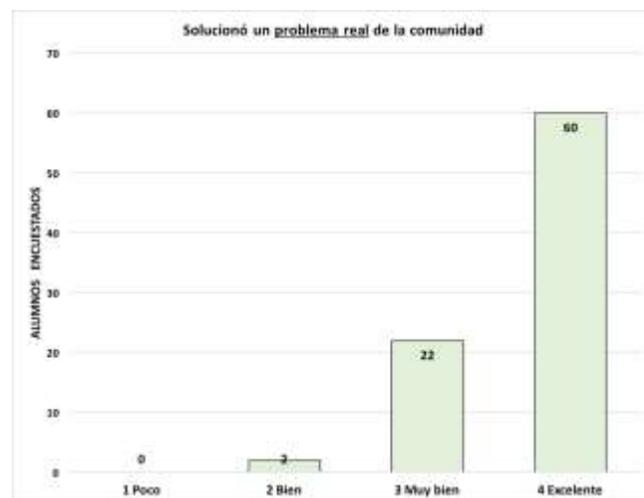


Fig. 5. Soluciona un problema real de la comunidad.

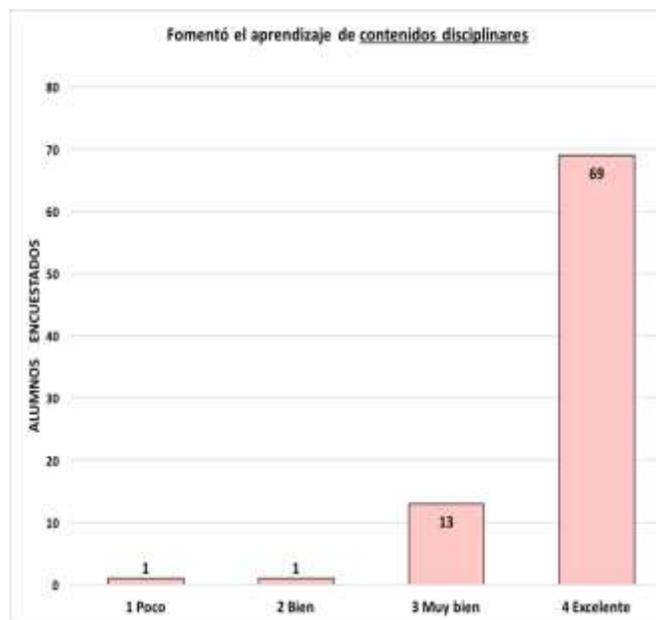


Fig. 3. Fomentó el aprendizaje de contenidos disciplinares.

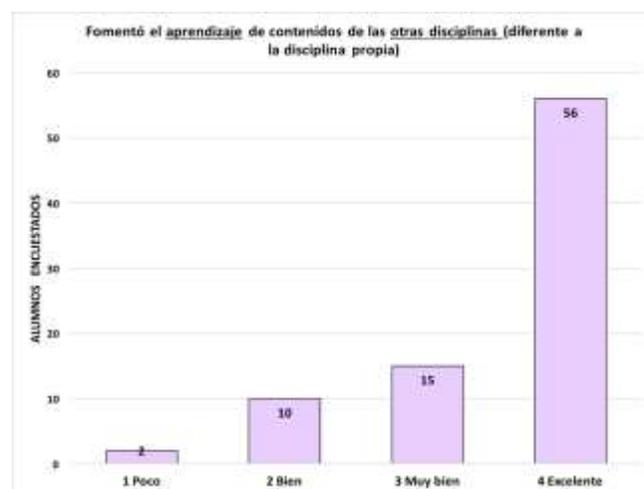


Fig.6. Fomentó el aprendizaje de contenidos de las otras disciplinas (diferente a la disciplina propia).

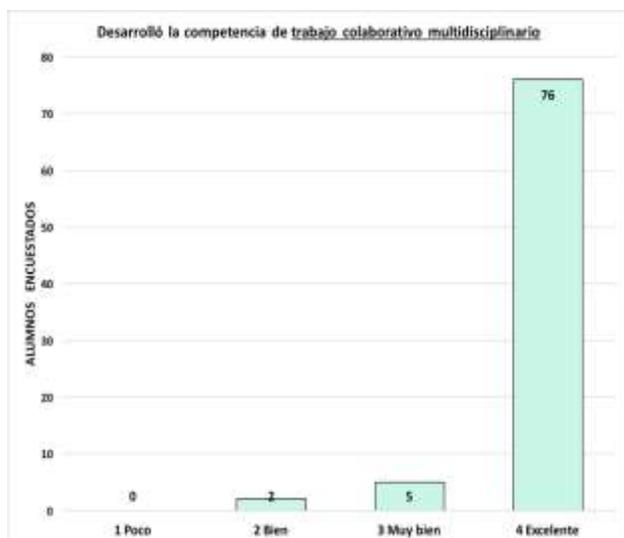


Fig. 7. Desarrolló la competencia de trabajo colaborativo multidisciplinario.

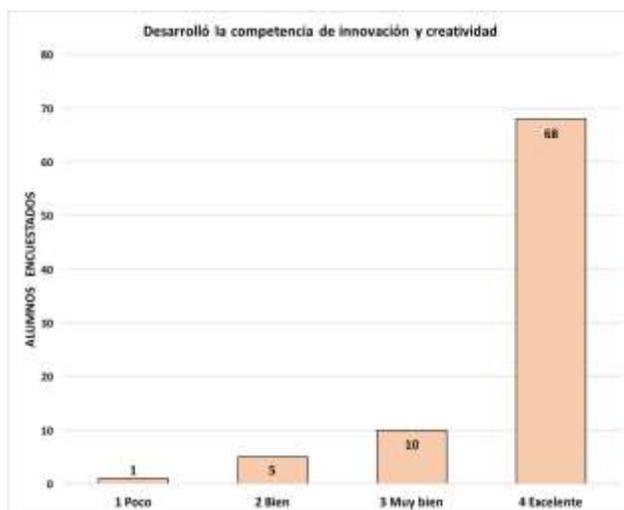


Fig. 8. Desarrolló la competencia de innovación y creatividad.

Se finalizó con la exposición a público en general de los proyectos en la muestra de “Conexión TEC” en el Centro Estudiantil del Campus Monterrey, obteniéndose muy buenos resultados en su evaluación por jueces de diferentes disciplinas del Campus. En el evento de Noviembre 2016, el proyecto de “Carboxylic acids Reactions” obtuvo el primer lugar global de 125 proyectos participantes de la escuela de ingeniería Campus Monterrey, de nivel profesional y postgrado. En la muestra de Abril 2017, se obtuvieron 2 segundos lugares, uno en la categoría de “Investigación y Desarrollo de Productos y Servicios” y otro segundo lugar en la categoría de “Concurso”, con los proyectos de “ChemReview” (tema de carbohidratos) y de Hidrograsas, respectivamente.

Como cierre de los resultados obtenidos a partir de la implementación del Proyecto *TechOChem Connect* en los semestres de agosto-diciembre 2016 y enero-mayo 2017, y con gran satisfacción a continuación se comparten algunos de los comentarios de nuestros alumnos:

- “Me gustó mucho, aprendías mucho y aparte me gustó hacer un proyecto que le iba a ayudar a alguien más”.
- “Muy buen trabajo, todos muy comprometidos a trabajar cada quien su rol”.
- “Me gustó mucho el proyecto y trabajar con otras disciplinas”.
- “Todo bien, el trabajo multidisciplinario fue un reto”.
- “El trabajo multidisciplinario fue llevado a cabo con éxito y mucha organización”.
- “El unir conocimiento con otras carreras para ayudar a los demás fue genial”.
- “Excelente trabajo en equipo; muy contento con la colaboración!!”
- “Me encantó la aplicación desarrollada, y trata temas de relevancia”.
- “El proyecto fue de gran importancia que como equipo nos dimos cuenta que nuestros conocimientos pueden pasar fronteras y lograr crear herramientas para beneficio social. La responsabilidad y puntualidad fueron clave para la realización del proyecto. ¡Me llevo un excelente aprendizaje!”

IV. CONCLUSIONES

Parte de las conclusiones más relevantes, son los resultados de las gráficas anteriores, donde podemos observar que el 82% de los alumnos encuestados calificaron de manera excelente el rubro de “aprendizaje de contenidos disciplinares”. En este caso, se considera que el proyecto sí favoreció el aprendizaje de contenidos de la materia en la que se inscribió cada alumno.

Por otro lado, el 79% asegura que el proyecto “fomentó competencias transversales” como ciudadanía y compromiso con la comunidad. De los 84 alumnos encuestados 71% consideraron que el proyecto sí soluciona un problema real de la comunidad. El 67% consideraron que el proyecto fomentó el aprendizaje de disciplinas diferente a la propia. Esto es, alumnos de Tecnologías que hayan aprendido o repasado conceptos de Química Orgánica y viceversa. El 90% de los alumnos encuestados consideraron que el proyecto desarrolló la “competencia de trabajo colaborativo multidisciplinario”. Y el 81% consideraron que Sí desarrollaron las “competencias de innovación y creatividad en este proyecto”.

Por tanto, el desarrollo de proyectos multidisciplinarios, que involucren tecnología y vinculados con la sociedad, constituyen retos que pueden favorecer el aprendizaje

disciplinar y a la vez motivar a los alumnos a colaborar por un bien común, resolviendo problemas reales de la comunidad.

RECONOCIMIENTO

Un agradecimiento especial para la Lic. Ana Belén Ibarra de Martínez, directora de Programa *PREPANET* Nacional, por todas las atenciones brindadas a lo largo de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] ITESM. Modelo Educativo TEC21, 2016. <http://modelotec21.itesm.mx/>
- [2] H.R. Díaz H., R., P., G. Santana, “Apuntes de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Sociales II”, 1era. Edición, Las Palmas: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2013.
- [3] P. Perrenoud, P. y B. Longestay, Cuando la escuela pretende preparar para la vida: ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?”, 2012. https://books.google.es/books/about/Cuando_la_escuela_pretende_preparar_para.html?hl=es&id=i0tx1t2MbzyC
- [4] M. S. Campillo, “El sistema educativo superior ante el reto de formar perfiles interdisciplinarios en el sector de videojuego”. XIII Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES) en Granada, España, 2016. http://www.ugr.es/~aepc/FECIES_13/RESUMENES_2016.pdf
- [5] M. E. Moreno, “Las TIC y el Desarrollo del Aprendizaje en Educación Inicial”, EDUCREA, 2006. <https://educrea.cl/las-tic-y-el-desarrollo-del-aprendizaje-en-educacion-inicial/>
- [6] M. Hernández et al., “Las tecnologías de la información y la comunicación (TICS) en la enseñanza-aprendizaje de la química orgánica a través de imágenes, juegos y video”. Formación universitaria, 7(1), pp. 31-40, 2014. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062014000100005