



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: AT1120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

Año: V Número: 3 Artículo no.: 15 Período: 1ro de mayo al 31 de agosto del 2018.

TÍTULO: Estrategias de reflexión en trabajo final requisito para grado: estudio de caso en ingeniería civil.

AUTORES:

1. Dra. María Fernanda Serrano Guzmán.
2. Dr. Diego Dario Pérez Ruíz.
3. Máster. Luz Marina Torrado Gómez.
4. Máster. Norma Cristina Solarte Vanegas.

RESUMEN: El trabajo de diseño es una modalidad para culminación de la formación profesional en algunas instituciones educativas. Bajo este esquema, en general, lo que se pretende es que el egresado tenga una oportunidad más para aproximarse a su ejercicio ocupacional antes de recibir el título universitario. En este artículo se presentan las estrategias pedagógicas fundamentadas en la reflexión para el curso Diseño I, prerequisite para grado, con las cuales se le aporta al estudiante el acercamiento a solución de problemas y pensamiento crítico con compromiso social, mediante escenarios de trabajo que exigen comunicación oral y escrita. Justamente, las estrategias de reflexión han sido implementadas en otros cursos facilitando el aprendizaje de ciertos temas y contextualizando al estudiante hacia la realidad del medio.

PALABRAS CLAVES: reflexión, trabajo final de diseño, estrategia pedagógica.

TITLE: Reflection strategies in final work requirement for obtaining grade. A study case in Civil Engineering.

AUTHORS:

1. Dra. María Fernanda Serrano Guzmán.
2. Dr. Diego Dario Pérez Ruíz.
3. Máster. Luz Marina Torrado Gómez.
4. Máster. Norma Cristina Solarte Vanegas.

ABSTRACT: The design work is a modality for the completion of the professional training in some educational institutions. Under this scheme, in general, what is intended is that the graduate has one more opportunity to approach to their occupational practice before receiving the university degree. This article presents pedagogical strategies based on the reflection for the subject Design I, prerequisite for obtaining the degree, which gives the student an approach to problem solving of problems and critical thinking with social commitment, through work scenarios that demand require oral and written communication. Precisely, the reflection strategies have been implemented in other subjects facilitating the learning of certain topics and contextualizing the student towards the reality of the environment.

KEY WORDS: reflection, final work, pedagogical strategy.

INTRODUCCIÓN.

En diferentes instituciones educativas se exige un trabajo final de diseño como requisito final de grado para estudiantes de Ingeniería (Serrano Guzmán, Pérez Ruíz, Torrado Gómez, & Solarte Vanegas, 2017). Justamente, el trabajo final de diseño se ha desarrollado bajo diferentes modalidades dentro de las que se pueden mencionar: proyectos finales, tesis e internados (Quinot

& van Tonder, 2014); (Nelson, Cook, & Raterink, 2013); (Stanley & Marsden, 2013) (Oehrtman, Smolen, Hoblet, & Phillips, 2010), reportes escritos de estudios de caso sobre proyectos de la industria, presentación de artículos de investigación y críticas de proyectos de investigación y prácticas investigativas (Vellurattil, Puglisi, Johnson, & Slonek, 2014) (Nelson, Cook, & Raterink, 2013) (Stanley & Marsden, 2013), prácticas de aprendizaje basado en problemas (Stanley & Marsden, 2013), entre otras, o mediante una mezcla de estas formas.

Desde esta mirada, lo que persigue el trabajo final de diseño es que los futuros profesiones hagan uso de la creatividad, de sus habilidades y de la capacidad de liderazgo (Serrano Guzmán, Pérez Ruíz, Torrado Gómez, & Solarte Vanegas, 2017) (Shin, Lee, Ahn, & Jung, 2013), (Oehrtman, Smolen, Hoblet, & Phillips, 2010), de análisis mediante el pensamiento crítico-interpretativo (Good & McIntyre, 2015) y el pensamiento analítico, ético y con curiosidad intelectual (Vellurattil, Puglisi, Johnson, & Slonek, 2014). Por este hecho, se propician espacios pedagógicos y didácticos para que se potencialice la autonomía intelectual del estudiante mediante la aplicación de su conocimiento en el contexto donde se desenvuelve (Vélez Gutiérrez, 2012).

El Ministerio de Educación Nacional y el Concejo Nacional de Acreditación (CNA) en Colombia, bajo la autonomía universitaria, aceptan la modalidad de trabajo final de grado que las instituciones adopten bajo la realidad que existe una dimensión dual de carácter formativo y acreditativo (Ullauri Moreno, Vallejo Peñafiel, Cadena Figueroa, & Vinuesa Jara, 2018) que exige, en ocasiones, cambios en los currículos o ajustes en las modalidades para grado. Según esto, el esquema de acreditación con ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) recomienda se ejecute un diseño desarrollado por un grupo de estudiantes en el cual se abarquen, por lo menos, tres áreas de la ingeniería, actividad conocida como “Capstone” (Serrano Guzmán, Pérez Ruíz, Torrado Gómez, & Solarte Vanegas, 2017). Como se observa, en el programa de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, este

Capstone se compone de dos cursos, Diseño I y Diseño II, el primero requisito del segundo. El objetivo de este artículo es plantear modelos de estrategias pedagógicas que le permitan al estudiante reflexionar sobre escenarios de desempeño ocupacional alrededor de temáticas asociadas a la ingeniería civil durante el desarrollo del curso Diseño I. Las estructuras metodológicas que se plantean están relacionadas con la resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación oral y compromiso social.

DESARROLLO.

Teniendo en cuenta la necesidad que tiene el entorno de contar con profesionales con sensibilidad social para solucionar problemas técnicos, se han seleccionado estrategias fundamentadas en las competencias que se espera potencialice el ingeniero civil en el curso Diseño I. Cada estrategia metodológica se compone de objetivo de aprendizaje del curso, competencia que se espera fomentar, objetivo de la actividad, recursos necesarios, modalidad de trabajo, detalle de la actividad, reflexión para el cierre y evidencias previas de aplicación de la estrategia en otros cursos.

Todas las estrategias tienen una habilidad u objetivo actitudinal común que es: *Desarrollar habilidades necesarias para el desempeño ocupacional del ingeniero civil, relacionadas con el compromiso social, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y habilidades comunicativas mediante la priorización de proyectos de infraestructura que requieren las comunidades y la valoración de las condiciones técnico-económicas que viabilicen los diseños definitivos.*

El curso implica acercamiento a las problemáticas de la comunidad, como se sugiere en todos los cursos que siguen la metodología Aprendizaje+Servicio (Jouannet, Salas, & Contreras, 2013). En Diseño I implica, por tanto, realizar una visita de campo al lugar en donde están las necesidades del socio comunitario, las cuales desde la perspectiva de la ingeniería civil, pueden abarcar: acueducto, alcantarillado, vías, puentes, viviendas, sistemas de drenaje en general, sistemas de

tratamiento y distribución de aguas, entre otros problemas de infraestructura pública que requieren diseños, para que posteriormente, la comunidad gestione recursos del Estado o de entidades extranjeras para la ejecución de los proyectos.

Modelo de estrategia de reflexión para competencia de pensamiento crítico.

Objetivo del curso: Identificar necesidades básicas insatisfechas de la comunidad.

Objetivos de la reflexión: Fundamentar con argumentos sus valoraciones y juicios desde la perspectiva del desempeño ocupacional del ingeniero civil.

Recursos: Medios audiovisuales, hojas, computador, servicio de internet, aula de clase, lápiz y tablero.

Modalidad: Inicia con actividad grupal y finaliza con actividad individual.

Composición de los grupos: La organización debe hacerse con grupos conformados por 3 a 5 personas.

Duración: 60 min.

Descripción: El profesor hace entrega de una noticia relacionada con un problema que ocurre en una comunidad; como ejemplo, se entrega a los grupos de trabajo el siguiente enlace <http://www.rcnradio.com/nacional/deficit-3-millones-vivienda-colombia-camacol-dane/> (RCN Radio Cadena Nacional, 2016), nota periodística radial que menciona la problemática relacionada con la vivienda rural: “De los 13 millones de hogares que existen en Colombia, hay 3 millones 300 viviendas en déficit. Esto quiere decir que: tienen casa, pero viven en condiciones por debajo de los estándares o no la tienen, según un análisis del Bbva Research con información del Dane y Camacol. De los resultados obtenidos, reportamos que 1.3 millones de viviendas tienen un déficit cuantitativo. Esto quiere decir que: o no tienen casa o si la tienen, viven en hacinamiento, y 2 millones de viviendas tienen un déficit cualitativo, que significa, que: la construcción de la casa no es de calidad y debe ser mejorada”, indicó Mauricio Hernández, economista senior del Bbva. Explicó, que aunque se ha reducido el déficit de vivienda en los últimos años, sigue siendo elevado el número de casas con esta

problemática. Del total de hogares, 9,4% en déficit cuantitativo (1,27 millones de vivienda.) y 15,3% en cualitativo (2,08 millones de vivienda). Por regiones, la diferencia es abismal. En Chocó existe un déficit del 84%, siendo la principal carencia lo cualitativo rural. En el departamento de Córdoba, es de un 62%, predomina el déficit cualitativo urbano, y en la Guajira es de 61%, sobresaliendo en lo cualitativo rural. Entre tanto, en Caldas, Quindío y Risaralda, el déficit es de un 12%, Bogotá un 8% y Antioquia con un 18%¹.

Finalizado este tiempo, se solicita que por grupos de trabajo se seleccione un representante del grupo que presente las soluciones que encontraron. Se dan 20 minutos para la discusión del grupo.

Reflexión para el cierre de la actividad: Luego de este tiempo, se responde de manera individual la siguiente reflexión: 1) ¿En qué consiste el déficit cualitativo de vivienda, 2) ¿En qué consiste el déficit cuantitativo de vivienda?, 3) ¿qué tipo de proyectos se pueden realizar para dar soluciones a ambos déficits? Se dan 10 minutos.

Evidencias de aplicación de la estrategia de reflexión: Esta estrategia pedagógica fue adaptada para el curso de Proyectos de Construcción de pregrado en donde participaron 17 estudiantes. El ejercicio de reflexión fue complementado por cuatro estudiantes que consideraron, además del déficit cualitativo y cuantitativo del sector de vivienda de interés social, observaciones relacionadas con las áreas destinadas a las viviendas y los costos que implican a familias de escasos recursos acceder a soluciones habitacionales permanentes.

Modelo de estrategia de reflexión para competencia de compromiso social.

Objetivo del curso: Seleccionar el diseño de vivienda digna que aporte una solución a la comunidad mediante herramientas de cálculo y restricciones para el diseño de detalle.

¹ <http://www.rcnradio.com/nacional/deficit-3-millones-vivienda-colombia-camacol-dane/>, Septiembre 1 del 2016.

Objetivos de la reflexión: Identificar los requerimientos arquitectónicos para diseños incluyentes en comunidades rurales.

Recursos: Medios audiovisuales, hojas, computador, servicio de internet, aula de clase, lápiz y tablero.

Modalidad: Grupal.

Composición de los grupos: La organización debe hacerse con grupos de números impares.

Duración: 45 min.

Descripción: El profesor plantea una situación hipotética de una comunidad para lo cual se respalda en datos históricos reales; como ejemplo, El objetivo de la Política Pública Nacional de Discapacidad e Inclusión Social PPDIS para el periodo 2013-2022 es asegurar el goce pleno de los derechos y el cumplimiento de los deberes de las personas con discapacidad, sus familias y cuidadores (Ministerio de Salud y Protección Social (a), 2018), Para ello se han diseñado diferentes estrategias, destacándose el programa de Rehabilitación basada en comunidad (RBC) con la cual se apoya y se trabaja con las Organizaciones de Personas con Discapacidad y Grupos de Apoyo, posibilitando escenarios de incidencia y participación como mesas de trabajo, eventos académicos, entre otros (Ministerio de Salud y Protección Social (b), 2018). Según el censo de 1993, un total de 593.618 personas reportaron algún tipo de discapacidad, encontrándose que en las condiciones, el 18% correspondía a aquellos con discapacidad por movilidad parcial o total de miembros superiores o inferiores (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2004).

La vereda Los Cipreses se compone de 50 familias, de las cuales 15 familias tienen personas con movilidad reducida. Los habitantes de esta vereda deben ser reubicados por cuanto sus viviendas están en zona de riesgo de deslizamiento y el gobierno nacional estableció un programa de vivienda y cuenta con 0.9 millones de dólares para ejecutarlo, lo cual representa que puede hacer una inversión de US\$18.000 por vivienda.

Los ordenadores del gasto han formulado tres proyectos y deben decidir el tipo de diseño a ejecutar seleccionando una de las siguientes propuestas, que permiten una reubicación parcial de las familias, dejando la reubicación de las faltantes para otra vigencia presupuestal:

- Vivienda de dos pisos con un área de 83 m². En el primer piso se puede acondicionar una habitación más sala-comedor y cocina con patio de ropas, y en el segundo piso, tres habitaciones; el valor de la unidad habitacional es US\$28.000. Pueden construirse 32 viviendas.
- Vivienda de dos pisos con un área de 80 m², sala-comedor y cocina con patio de ropas con dimensiones de áreas comunes acordes para personas con movilidad reducida. El valor de estas viviendas es de US\$ 25.000. Pueden construirse 36 viviendas.
- Vivienda de un piso con un área de 75 m², sala-comedor y cocina con patio de ropas con dimensiones de áreas comunes acordes para personas con movilidad reducida. El valor de estas viviendas es de US\$22.000. Pueden construirse 40 viviendas.

En cada equipo de trabajo, se solicita a los estudiantes que en 10 min seleccionen el tipo de vivienda que aceptarían ejecutar y que señalen razones que motivaron su selección (Mercabá, 2017). Antes de recoger las respuestas, el profesor concede 5 min para que el grupo revise los criterios de decisión y realicen cambios si lo consideran pertinente.

El profesor escribe en el tablero los resultados y las razones y procede a totalizar la frecuencia de las selecciones de los grupos y las coincidencias en las razones. Luego, el profesor devuelve los papeles que le fueron entregados y solicita al grupo que en 15 min indiquen (Mercabá, 2017):

- ✚ ¿Qué criterios fueron considerados para seleccionar el tipo de proyecto de inversión?
- ✚ Cuando se le dio la oportunidad de revisar la selección realizada, si hubo cambios, ¿qué motivó el cambio? si no hubo cambios, qué razones técnicas refuerzan la selección realizada?
- ✚ ¿Qué discusiones se generaron al interior del grupo para decidir el proyecto o para cambiarlo?

✚ ¿Cuál criterio prevaleció para escoger el proyecto: el área, la distribución, el precio, el número de viviendas a construir, u otro aspecto?

El profesor recoge los resultados de las respuestas a estas preguntas y hace entrega de un nuevo cuestionario con las siguientes inquietudes: La totalidad de los habitantes debe ser reubicado porque la población está en riesgo alto. Este hecho, motivó a seleccionar un veedor ciudadano que representara los intereses de la comunidad (Ley 850, 2003) y se le encomendó presentar un diseño incluyente de vivienda con un área de 65m², estructura liviana a un costo de US\$18.000.

✚ ¿Por qué no se acogieron al derecho de las Veedurías Ciudadanas que consagra la Ley 850 de 2003 y en virtud de la cual se puede supervisar la gestión administrativa de las entidades gubernamentales? ¿Por qué centraron su decisión solamente en las propuestas presentadas, si como ciudadanos tenemos la posibilidad de presentar otras alternativas?

✚ ¿Cuál es la enseñanza de este ejercicio?

✚ ¿En qué ocasiones del ejercicio del ingeniero civil pueden ocurrir hechos similares?

Reflexión para el cierre de la actividad: El profesor hace saber a los estudiantes que existen decisiones técnicas que pueden mejorarse para favorecer a un mayor número de personas en una comunidad. También hace mención de las disposiciones legales en las que los ciudadanos pueden apoyarse para exigir proyectos más completos.

Evidencias de aplicación de la estrategia de reflexión: Esta estrategia pedagógica fue adaptada para un curso de Proyectos de Construcción de pregrado, buscando con el ejercicio, recalcar que en la priorización de inversiones debe primar el bien común sobre el particular. También fue empleada como estrategia de selección a cinco estudiantes de nuevo ingreso de ingeniería civil a quienes durante la entrevista se les adaptó el ejercicio bajo consideraciones de prejuicio social ante daños de unos tanques de agua (Mercabá, 2017), encontrándose que los estudiantes evaluados coincidieron que en la mayoría

de las veces se toman decisiones a priori y se juzga sin suficientes pruebas a los individuos. Este tipo de ejercicio sensibiliza al futuro profesional con la problemática nacional y con las estructuras gubernamentales y de defensoría de los derechos de los ciudadanos.

Modelo de estrategia de reflexión para competencia habilidades comunicativas.

Objetivo del curso: Desarrollar habilidad de comunicación oral y escrita.

Objetivos de la reflexión: Afianzar la capacidad de síntesis para la elaboración de resúmenes, partiendo de la lectura de documentos en inglés y español.

Recursos: Artículos de la web, computador con Word o procesador de texto.

Modalidad: Grupal, mínimo 2 y máximo 3 participantes.

Duración: 20 a 30 min.

Descripción: El docente orienta a los grupos de trabajo para que elaboren un párrafo que defina vivienda digna, empleando dos oraciones en las que hagan uso de 20 a 25 palabras. Se conceden 10 minutos.

Posteriormente, se solicita que cada grupo lea la definición que estructuró y se selecciona, por votación, la mejor definición. Como lo recomienda el Centro de Desarrollo Docente de la Pontificia Universidad Católica de Chile en la ventana Actividades de Reflexión A+S, “ningún grupo puede votar por su propia definición” (Centro de Desarrollo Docente, 2017). En esta actividad se destinan 5 minutos.

Una vez seleccionada la mejor definición, se solicita al grupo que proceda a leer el siguiente párrafo tomado del artículo “El derecho a la vivienda digna en Colombia” de (Olano García, 2006): “... *El derecho a la vivienda digna es, pues, un derecho de carácter asistencial que requiere un desarrollo legal previo y que debe ser prestado directamente por la administración o por las entidades asociativas que sean creadas para tal fin, sin olvidar que su aplicación exige cargas recíprocas para el Estado y para los asociados que pretendan beneficiarse de los programas y subsidios. Así, las autoridades*

deben facilitar la adquisición de vivienda, especialmente en los sectores inferiores y medios de la sociedad, donde aparece detectado un déficit del servicio. Para tal efecto, los particulares deben cumplir con los requisitos establecidos por la ley....Lo anterior no significa que el Estado esté en la obligación de proporcionar vivienda a la totalidad de los habitantes del país que adolezcan de dicha necesidad, pues como lo señala el artículo 51 de la Carta, su obligación se concreta en fijar condiciones y promover planes de vivienda dentro de las capacidades que su estructura protectora le permita, teniendo en cuenta la situación socioeconómica del país y las apropiaciones de orden presupuestal que se hayan destinado para esos rubros”².

Y, que continúen con la lectura de la opinión de (Robledo Silva, 2010) sobre el concepto de vivienda digna: *“Hoy en día, el derecho a una vivienda digna es considerado como un elemento esencial del concepto de hábitat, y además, como un requisito indispensable en la lucha contra la pobreza. Esto ha contribuido sin duda a la constitucionalización de este derecho por parte de algunos Estados, y Colombia no ha sido indiferente ante esta tendencia; es así como el derecho a una vivienda digna alcanzó el status de derecho fundamental...³”.*

Posteriormente, se indica al grupo que proceda a complementar la definición que se seleccionó con la definición aportada por los párrafos que se transcribieron de (Olano García, 2006) y (Robledo Silva, 2010). Se invita a que los estudiantes escriban un párrafo que contenga, por lo menos, tres oraciones que involucren el concepto de vivienda digna y sus implicaciones legales.

² Olano García, H. (Noviembre de 2006). El derecho a la vivienda digna en Colombia. *Díkaion*, 20(15), 105-112. Recuperado el 18 de Enero de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72001509>

³ Robledo Silva, P. (24 de Julio de 2010). El derecho a una vivienda digna en el marco de las competencias municipales de ordenación del territorio. *Revista Derecho del Estado*, 24, 207-231. Obtenido de: Predicting initial porositu as a function of grain-size distribution from simulation of random spheres packs: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337630234010>

Reflexión para el cierre de la actividad: Esta actividad puede realizarse con diferentes conceptos, permitiendo que el estudiante entre en contacto con nuevos temas. La iniciativa de incluir textos en una lengua diferente a la materna pone en contacto al estudiante con el lenguaje técnico en otro idioma.

Evidencias de aplicación de la estrategia de reflexión: Esta estrategia pedagógica fue adaptada para la Administración de Obras, en donde 19 estudiantes prepararon una ficha técnica de un artículo, y posteriormente, construyeron una definición alrededor del tema de Buenas Prácticas de Administración. Adicionalmente, como fomento a la investigación formativa a nivel subgraduado, los estudiantes vinculados al Semillero de Gestión de Obras elaboraron artículos para el Primer encuentro de Semillero de Investigación en Construcción en la ciudad de Cali.

Modelo de estrategia de reflexión para competencia de resolución de problemas.

Objetivo del curso: Plantear proyectos ante entidades gubernamentales.

Objetivos de la reflexión: Priorizar las necesidades de una comunidad.

Recursos: Medios audiovisuales, hojas, computador, servicio de internet, aula de clase, y lápiz.

Modalidad: Grupal, mínimo 2 y máximo 3 participantes.

Duración: 210 minutos.

Descripción: Desde el inicio del semestre, se da a conocer el calendario de actividades. La infografía del árbol de problemas de necesidades debe entregarse a la cuarta semana de clase, luego que los estudiantes han identificado los problemas que tiene la comunidad. En las semanas previas, el docente ha revisado los problemas y se debe haber cumplido un primer encuentro con el socio comunitario para que las necesidades identificadas sean coherentes con los requerimientos de la comunidad. Las actividades a realizar se adelantarían de la siguiente forma:

a. Preparación del árbol de problemas que tiene la comunidad. Tiempo de dedicación: 20 min.

b. Se solicita que al interior de cada grupo de trabajo se comente el árbol de problemas. En este se invierten 10 min.

c. Se solicita que se jerarquice la intervención en un solo problema seleccionado por adaptación del método de sumas ponderadas que emplea la EPA (Environmental Protection Agency) en su documento Facility Pollution Prevention Guide (Environmental Protection Agency, 1992). Este método es útil por cuanto permite jerarquizar los problemas en función de la importancia relativa de los atributos subjetivos, cuyas ponderaciones se sacan en consenso (Serrano Guzmán, Pérez Ruíz, Galvis Martínez, & Rodríguez Silva, 2017) y permiten escoger el problema prioritario a ser jerarquizado. El método de sumas ponderadas es conocido por el grupo de estudiantes. En este caso, para la identificación de los atributos subjetivos, se emplean 20 min.

d. En consenso, se determina el porcentaje de valoración de los atributos subjetivos a nivel de todo el grupo de trabajo. En esta actividad, participa todo el grupo. El docente organiza los resultados y entrega la ponderación a usar para evaluar en los diferentes atributos y priorizar el problema a trabajar. Tiempo de duración: 20 min.

e. Se aplica el método de sumas ponderadas y se selecciona el problema a ser analizado. Tiempo de duración: 10 min.

f. En cada grupo de trabajo, se leen las disposiciones del Departamento Nacional de Planeación para la formulación de proyectos para desarrollo de las comunidades y se revisa la información del DNP contenida en los manuales para el diligenciamiento de proyectos con la Matriz General Ajustada (MGA) establecida por el estado Colombiano; ejemplo en la siguiente liga: <https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=1EEedRDrzeng%3D&tabid=267>, en donde se encuentra información detallada para identificar causas directas e indirectas y efectos directos e

indirectos. Se elabora el árbol de causas y efectos como lo señala el DNP. Tiempo de dedicación: 30 min.

El resultado de esto debe ser una infografía similar a la Figura 1:

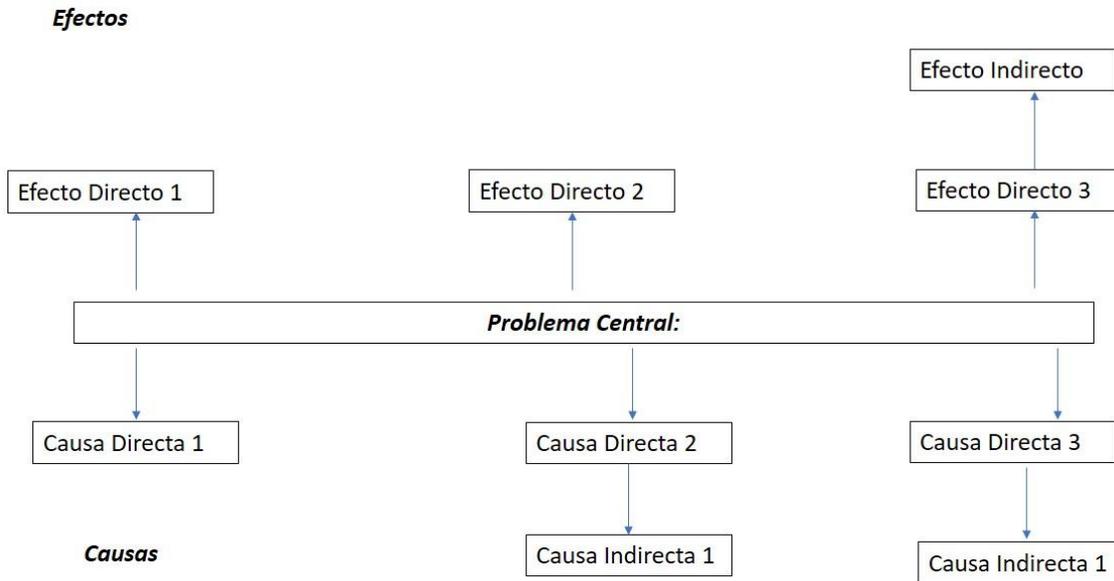


Figura 1. Árbol de problemas.

Tomado y adaptado de: (Departamento Nacional de Planeación, 2013).

g. En cada grupo de trabajo, se plantea el árbol de objetivos con sus correspondientes fines y medios, según lo establece la metodología general ajustada (MGA). Tiempo de dedicación: 30 min. El Árbol de Objetivos es propositivo al árbol de problemas y permite cerrar conceptualmente el proyecto en análisis (Figura 2).

“...La metodología plantea que la solución del problema, objetivo principal del proyecto, resulta ser el enfoque positivo del problema planteado; para ello, las causas se plantean como programas u objetivos específicos y como medios, con los que en conjunto se lograrán los propósitos del proyecto...”⁴.

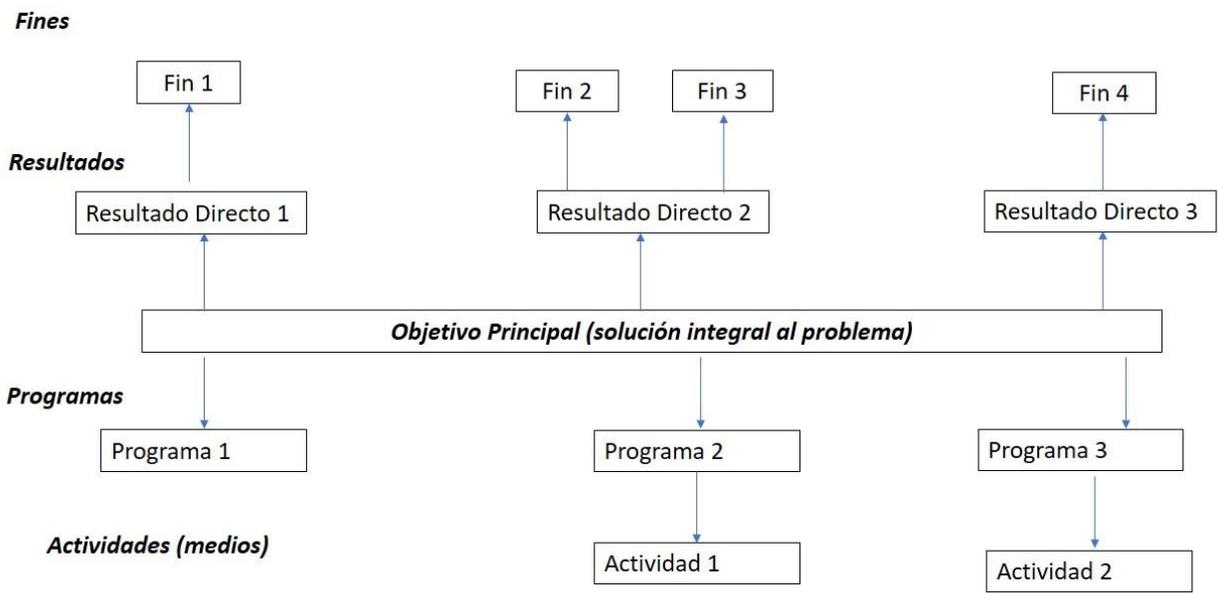


Figura 2. Árbol de objetivos conocido también como árbol de fines y medios.

Tomado y adaptado de: (Departamento Nacional de Planeación, 2013).

h. Por grupo de trabajo, se deben identificar qué fines responden a varios efectos, y qué programas atienden varias causas. Tiempo de dedicación: 20 min.

Para ello, realizarán una diapositiva en la cual comparen el Árbol de problemas con el Árbol de fines y medios u árbol de objetivos. En este caso, cada programa puede ser analizado como un objetivo específico a ser considerado. Esta metodología ya debe ser conocida por los estudiantes en un curso previo.

⁴ Departamento Nacional de Planeación (2013). Metodología general para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública. Bogotá: Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas. Obtenido de: <https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=1EErdRzeng%3D&tabid=267>

i. A nivel de todo el grupo, se solicita que cada estudiante escriba en una hoja: ¿cuáles podrían ser los riesgos para conseguir información ¿qué tipo de información se necesita? ¿cuáles son las fuentes primarias y secundarias para conseguir información? Tiempo de dedicación: 20 min.

j. Con el apoyo de un estudiante, se escribe en la pizarra el resultado de estos cuestionamientos. Tiempo de dedicación: 10 min.

k. Cada grupo de trabajo entrega al docente: árbol de problemas globales, priorización de los problemas, árbol de problema a ser estudiado para propósito de aprendizaje servicio, árbol de objetivos y posibles fuentes de información. Tiempo de dedicación: 30 min.

l. Se señalan los compromisos para la clase siguiente. Tiempo de dedicación: 5 min.

Reflexión para el cierre de la actividad: El profesor resalta la sensibilidad del método de sumas ponderadas y la incidencia de los porcentajes de importancia al momento de decidir el tipo de proyecto a realizar.

Evidencias de aplicación de la estrategia de reflexión: Esta experiencia se ha replicado en el curso Proyectos de Construcción y Diseño I, aplicando el criterio de sumas ponderadas para la toma de decisiones con relación a selección de predios para construcción en el primer caso, y para seleccionar la mejor estrategia de tratamiento de agua para potabilización en el segundo caso. En ambos escenarios se seleccionaron las mejores alternativas.

Discusión.

El aprendizaje es un proceso dinámico en donde el individuo interpreta y reinterpreta la información, haciendo, posteriormente, apropiación individual del conocimiento adquirido (Jouannet, Salas, & Contreras, 2013). A nivel del aula de clase, existen diferentes estrategias pedagógicas para garantizar que este conocimiento quede aprehendido por el individuo. Una buena parte de estas son de carácter individual por cuanto buscan fortalecer una competencia en particular (Serrano Guzmán, Pérez Ruíz,

Torrado Gómez, & Solarte Vanegas, 2017); sin embargo, existe un número significativo para desarrollo de competencias de tipo colectivo, toda vez que el contacto social proyecta el desempeño ocupacional de los profesionales quienes deben aprender a integrarse y colaborar con otros para cumplir metas (Serrano Guzmán, Pérez Ruíz, Torrado Gómez, & Solarte Vanegas, 2017), respetando a sus iguales y manteniendo el bienestar del grupo (Ibarra Sáiz & Rodríguez Gómez, 2011).

Las actividades de reflexión que se proponen deben planificarse y diseñarse para contribuir al logro de al menos uno de los objetivos planteados para la totalidad del curso (Jouannet, Salas, & Contreras, 2013). La intencionalidad formativa del curso Diseño I alrededor del fomento del compromiso social responde a la necesidad del entorno para que los individuos se formen con deberes solidarios de ciudad (Muñoz Gaviria, 2011) y con sentido crítico para cuestionar las decisiones de la gestión pública. Justamente, existe una gran dificultad en la evaluación o medición del logro de competencias de un individuo (Ibarra Sáiz & Rodríguez Gómez, 2011), lo que motiva que los currículos se ajusten para ofrecer egresados cada vez más competitivos. En esencia, lo que se busca es que los futuros profesionales satisfagan los requerimientos del entorno (Pérez de Maldonado, Bustamante Uzcátegui, & Maldonado Pérez, 2009), hagan uso de la oralidad de una forma clara y en la medida adecuada (Erren, 2008) en cualquier forma de comunicación que escojan (Viera Bayeaux, 2010) y mantengan una postura crítica y valorativa (France, y otros, 2003) en función de la cual puedan realizar un diagnóstico y análisis prospectivo para una comunidad (Vélez Gutiérrez, 2012).

Las estrategias de reflexión propuestas para el curso Diseño I se diseñaron para que el futuro profesional analice aspectos significativos de su desempeño ocupacional, encuentre aplicación para su ámbito laboral (Arratia Figueroa, 2008) y pueda desarrollar valores y actitudes (Palomer, Humeres, Sánchez, González, & Contreras, 2013) como el compromiso social y público, el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la resolución de problemas y las habilidades comunicativas

(Jouannet, Salas, & Contreras, 2013). La intencionalidad formativa de estas estrategias está orientada hacia el fortalecimiento de las capacidades requeridas en Diseño II, concretamente aquellas relacionadas con capacidad para analizar información, proponer diseños de detalle para problemas de ingeniería, bajo esquemas de responsabilidad social y ética, y comunicar asertivamente los resultados; en resumen, cumplir con las habilidades que se propusieron en el syllabus para dar cumplimiento a los requerimientos de ABET, incorporando esquemas de evaluación, que aunque no fueron incluidos en este artículo, deben estructurarse en consonancia con los objetivos en la enseñanza y los estándares de calidad de la institución (Ullauri Moreno, Vallejo Peñafiel, Cadena Figueroa, & Vinueza Jara, 2018).

CONCLUSIONES.

La responsabilidad de las instituciones educativas, de brindarle al entorno profesionales con las competencias adecuadas para resolver problemas, comunicar soluciones técnicas, realizar trabajo en grupo y lograr un desempeño enmarcado en compromiso ético y social, está implicando ajustes y diseños de estrategias pedagógicas con las cuales se logre que el estudiante tenga una mejor aproximación al ejercicio profesional desde el ejercicio académico.

Las estrategias de reflexión planteadas para el curso Diseño I sirven de apoyo para que los estudiantes en el curso siguiente, Diseño II, desarrollen destrezas que les permitan sensibilizarse frente a las necesidades de la comunidad y les brinda herramientas para la búsqueda de las soluciones ingenieriles adecuadas mediante un trabajo, que la mayor parte del tiempo, se realiza de manera grupal.

Aunque los diseños metodológicos de estas estrategias están orientados hacia Ingeniería Civil, el esquema de la intencionalidad pedagógica puede ser replicado en las distintas disciplinas, para lo cual es fundamental que el docente disponga de tiempo para la preparación y diseño de las estrategias de su curso, así como también para que estructure los esquemas de evaluación correspondientes.

Agradecimientos:

Los autores agradecen a la Universidad Católica de Chile por las prácticas del Diplomado Aprendizaje+Servicio, de donde se derivaron las estrategias de reflexión presentadas en este artículo y que están siendo implementadas en cursos de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana Cali y de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Arratia Figueroa, A. (2008). Ética, Solidaridad y "Aprendizaje Servicio" en Educación Superior. *Acta Bioethica*, 14(1), 61-67. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2008000100008>
2. Bermúdez, L., & González, L. (enero-junio de 2011). La competencia comunicativa: elemento clave en las organizaciones. *Quórum Académico*, 8(15), 95-110. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017.
3. Centro de Desarrollo Docente. (2017). *Mitad y mitades*. Campus San Joaquín: Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado el 23 de Octubre de 2017, de http://desarrollodocente.uc.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=527&Itemid=745
4. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias. (Julio de 2017). Convocatoria ideas para el Cambio, ciencia y TIC y para la Paz -Anexo 10 reto de ciencia y TIC Timbío Cauca. Recuperado el 22 de Diciembre de 2017, de Colciencias: <http://www.colciencias.gov.co/convocatorias/mentalidad-y-cultura/convocatoria-ideas-para-el-cambio-ciencia-y-tic-para-la-paz>
5. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (Julio de 2004). Información estadística de la discapacidad. Bogotá, Colombia. Recuperado el 5 de Enero de 2018, de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/inform_estad.pdf

6. Departamento Nacional de Planeación. (2013). Metodología General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública- MGA Sistema General de Regalías. Bogotá: Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas. Obtenido de: <https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=1EEdRDrzeng%3D&tabid=267>
7. Environmental Protection Agency. (1992). Facility Pollution Prevention Guide. Washington: Office of Research and Development Environmental Protection Agency.
8. Erren, M. (2008). La competencia comunicativa del orador. *Acta Poética*, 28(1), 121-156.
9. France, D., de la Garza, M., Slade, C., Lafortune, L., Pallascio, R., & Mongeau, P. (2003). Qué es el pensamiento dialógico crítico? *Perfiles Educativos*, XXV (102), 22-39.
10. Good, D., & McIntyre, C. (2015). Use of journal clubs within senior capstone courses: Analysis of perceived gains in reviewing scientific literature. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 47(5), 477-479. doi:doi: 10.1016/j.jneb.2015.05.003
11. Ibarra Sáiz, M., & Rodríguez Gómez, G. (2011). Aprendizaje autónomo y trabajo en equipo: reflexiones desde la competencia percibida por los estudiantes universitarios. *Revista electrónica interuniversitaria de Formación del profesorado*, 14(4), 73-85.
12. Jouannet, C., Salas, M., & Contreras, M. (2013). Modelo de implementación de Aprendizaje Servicio (A+S) en la UC: Una experiencia que impacta positivamente en la formación profesional integral. *Calidad en la Educación*, 39, 197-212.
13. Ley 850 de 2003. (18 de Noviembre de 2003). Diario oficial 45376. Bogotá, Colombia.
14. Mercabá. (2017). Web Informativa de Católicos Hispano-hablantes. Recuperado el 20 de Diciembre de 2017, de *Dinámicas de Reflexión-Prejuicios Sociales* en: <http://www.mercaba.org/Catecismo/DINAMICAS/Din%3%A1micas%20de%20Reflexi%C3%B3n.htm>

15. Ministerio de Salud y Protección Social (a). (21 de Enero de 2018). Política Pública Nacional de Discapacidad e Inclusión Social. Bogotá, Colombia.
16. Ministerio de Salud y Protección Social (b). (19 de Enero de 2018). Componente de empoderamiento - Estrategia de RBC. Bogotá, Colombia.
17. Montalva , J., Ponce, C., & Llorca, C. (4 de Noviembre de 2017). Elementos claves para el diseño de una reflexión de calidad en Aprendizaje Servicio. Lectura obligatoria en el Diplomado Aprendizaje+Servicio de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, Chile: Centro de Desarrollo Docente de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
18. Muñoz Gaviria, D. (enero-junio de 2011). El compromiso social de las facultades de educación: Reflexiones pedagógicas en torno a la educación y la crisis de la modernidad. El Ägora USB, 11(1), 125-152.
19. Nelson, J., Cook, P., & Raterink, G. (2013). The evolution of a doctor of nursing practice capstone process: Programmatic revisions to improve the quality of student projects. *Journal of Professional Nursing*, 29(6), 370-380. doi: 10.1016/j.profnurs.2012.05.018
20. Oehrtman, S., Smolen, D., Hoblet, K., & Phillips, K. (2010). The comprehensive examination: A viable masters's of science in nursing capstone course. *Journal of Professional Nursing*, 26(6), 360-365. doi:10.1016/j.profnurs.2010.08.003
21. Olano García, H. (Noviembre de 2006). El derecho a la vivienda digna en Colombia. *Dikaion*, 20(15), 105-112. Recuperado el 18 de enero de 2018, de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72001509>

22. Palomer, L., Humeres, P., Sánchez, A., González, S., & Contreras, A. (Junio de 2013). Una experiencia de "aprendizaje-servicio": fomentando el desarrollo de valores en estudiantes de odontología chilenos. FEM: Revista de la Fundación Educación Médica, 16(2), 91-96.
<http://dx.doi.org/10.4321/S2014-98322013000200007>
23. Pérez de Maldonado, I., Bustamante Uzcátegui, S., & Maldonado Pérez, M. (2009). El trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades conversacionales en organizaciones educativas. Omnia, 15(3), 78-96.
24. Quinot, G., & van Tonder, S. (2014). The potential of capstone learning experiences in addressing perceived shortcomings in LLB training in South Africa. PER: Potchefstroomse Elektroniese Regsblad, 17(4), 1350-1390. doi: 10.4314/pej.v17i4.05
25. RCN Radio Cadena Nacional. (1 de Septiembre de 2016). Hay un déficit de 3 millones de vivienda en Colombia: Camacol y Dane . Colombia. Obtenido de Hay un déficit de 3 millones de vivienda en Colombia: Camacol y Dane.
26. Robledo Silva, P. (24 de Julio de 2010). El derecho a una vivienda digna en el marco de las competencias municipales de ordenación del territorio. Revista Derecho del Estado, 24, 207-231. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337630234010>
27. Serrano Guzmán, M. F., Pérez Ruiz, D. D., Guzmán Arias, D. A., & Forero Sarmiento, J. C. (2014). Modelo Físico de Acuífero: su implementación para un curso de aguas subterráneas. Ciencia Docencia Y Tecnología, 48, 209-223.
28. Serrano Guzmán, M., Pérez Ruíz, D., Galvis Martinez, J., & Rodríguez Silva, M. (2017). Weighted sums evaluation applied for selection of nonconventional energy sources. Prospectiva, 15(2), 7-12.

29. Serrano Guzmán, M., Pérez Ruíz, D., Torrado Gómez, L., & Solarte Vanegas, N. (Mayo-Agosto de 2017). Consideraciones académicas y administrativas para implementación de Capstone en ingeniería civil: Estudio de caso. *Revista Electrónica Educare*, 21(2), 1-22.
<http://dx.doi.org/10.15359/ree.21-2.17>
30. Shin, Y.-S., Lee, K., Ahn, J., & Jung, J. (2013). Development of Internship & Capstone Design Integrated Program for University-Industry Collaboration. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 102, 386-391. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.753
31. Stanley, T., & Marsden, S. (2013). Accountancy capstone: Enhancing integration and professional identity. *Journal of Accounting Education*, 31(4), 363-382.
doi:dx.doi.org/10.1016/j.jaccedu.2013.08.002
32. Tamayo, M., Besoain-Saldaña, A., Aguirre, M., & Leiva, J. (2017). Trabajo en equipo: relevancia e interdependencia de la educación interprofesional. *Revista de Saúde Pública*, 51, 1-10.
33. Urumović, K., & Urumović Sr., K. (2014). The effective porosity and grain size relations in permeability functions. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss*, 11, 6675–6714. doi:10.5194/hessd-11-6675-2014.
34. Vélez Gutiérrez, C. (julio-diciembre de 2012). Una reflexión interdisciplinar sobre el pensamiento crítico. *Revista Latinoamericana de estudios educativos*, 9(2), 11-39.
35. Vellurattil, R., Puglisi, M., Johnson, C., & Slonek, J. (2014). Introduction of a capstone research program in a new college of pharmacy: Student perceptions. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 6(3), 429-436. doi:dx.doi.org/10.1016/j.cptl.2014.02.008
36. Viera Bayeaux, I. (abril-junio de 2010). Algunos criterios acerca de la competencia comunicativa. *EduSol*, 10, 29-38.

DATOS DE LOS AUTORES:

1. María Fernanda Serrano Guzmán. Doctor en Ingeniería Civil. Profesora de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana Cali. Correo electrónico:

maria.serrano@javerianacali.edu.co

2. Diego Darío Pérez Ruíz. Doctor en Ingeniería Civil. Profesor de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana Cali. Correo electrónico: ddperez@javerianacali.edu.co

3. Luz Marina Torrado Gómez. Máster en Geotecnia y Suelos. Profesora de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Correo electrónico:

luz.torrado@upb.edu.co

4. Norma Cristina Solarte Vanegas. Máster en Vías Terrestres. Profesora de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Correo electrónico:

norma.solarte@upb.edu.co

RECIBIDO: 27 de enero del 2018.

APROBADO: 22 de febrero del 2018.