

Design of instruments for evaluation of transversal competences of Engineering

Edgar Alexander López Gómez, Ms¹, Angélica María Santis Navarro, Phd², José Luis Ramírez, Phd³, Yovanny Laureano Vela, Ms⁴, Juan Pablo Cardona, Ms⁵, Luis Abraham Becerra, MS⁶, Germán Ramos Bordas, Ms⁷, Daniel Bogoya, Asesor.

¹Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, edgar.lopez@ucc.edu.co, ²Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, angelica.santisn@campusucc.edu.co, ³Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, Jose.Ramirez@campusucc.edu.co,

⁴Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, yovanny.vela@ucc.edu.co, ⁵Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, juan.cardonag@campusucc.edu.co, ⁶Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, luis.becerra@ucc.edu.co, ⁷Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, German.Ramos@campusucc.edu.co

Abstract— *Curricular updates are nowadays an indispensable factor for high quality accreditation processes in engineering programs and involve the design of strategies to ensure the correct implementation of the defined models. The Universidad Cooperativa de Colombia has been implementing a curricular reform of all its programs since 2010 and in the defined educational model, it is considered as a main component the design of study plans with the competences approach. One of the crucial aspects to guarantee the success in the implementation of the reform is to have relevant instruments for the evaluation of the competences. This article shows the design of instruments for the evaluation of competencies in the programs of the Faculty of Engineering of the Universidad Cooperativa de Colombia making use of the SOLO taxonomy (Structure of Observed Learning Outcome) of Biggs and Collis.*

Keywords- *competences, evaluation, curricular, learning, taxonomy SOLO*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.427>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

Diseño de instrumentos para evaluación de competencias transversales de Ingeniería

Edgar Alexander López Gómez, Ms¹, Angélica María Santis Navarro, Phd², José Luis Ramírez, Phd³, Yovanny Laureano Vela, Ms⁴, Juan Pablo Cardona, Ms⁵, Luis Abraham Becerra, MS⁶, Germán Ramos Bordas, Ms⁷, Daniel Bogoya, Asesor.

¹Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, edgar.lopez@ucc.edu.co, ²Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, angelica.santisn@campusucc.edu.co, ³Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, Jose.Ramirez@campusucc.edu.co,

⁴Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, yovanny.vela@ucc.edu.co, ⁵Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, juan.cardonag@campusucc.edu.co, ⁶Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, luis.becerra@ucc.edu.co, ⁷Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, German.Ramos@campusucc.edu.co

Resumen– *Las actualizaciones curriculares son hoy en día factor indispensable para procesos de acreditación de alta calidad en los programas de ingeniería y conllevan el diseño de estrategias que permitan garantizar la correcta implementación de los modelos definidos. La Universidad Cooperativa de Colombia viene implementando desde 2010 una reforma curricular de todos sus programas y en el modelo educativo definido, se contempla como componente principal el diseño de planes de estudio con el enfoque de competencias. Uno de los aspectos cruciales para garantizar el éxito en la implementación de la reforma es contar con instrumentos pertinentes para la evaluación de las competencias. El presente artículo muestra el diseño de instrumentos para la evaluación de competencias en los programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia haciendo uso de la taxonomía SOLO (Structure of Observed Learning Outcome) de Biggs y Collis.*

Abstract- *Curricular updates are nowadays an indispensable factor for high quality accreditation processes in engineering programs and involve the design of strategies to ensure the correct implementation of the defined models. The Universidad Cooperativa de Colombia has been implementing a curricular reform of all its programs since 2010 and in the defined educational model, it is considered as a main component the design of study plans with the competences approach. One of the crucial aspects to guarantee the success in the implementation of the reform is to have relevant instruments for the evaluation of the competences. This article shows the design of instruments for the evaluation of competencies in the programs of the Faculty of Engineering of the Universidad Cooperativa de Colombia making use of the SOLO taxonomy (Structure of Observed Learning Outcome) of Biggs and Collis.*

Palabras clave-- *competencias, evaluación, curricular, aprendizaje, taxonomía SOLO.*

Keywords-- *competences, evaluation, curricular, learning, taxonomy SOLO.*

I. INTRODUCCIÓN

Desde lo planteado por Unigarro [1], la educación consiste en la influencia que un sujeto recibe desde el exterior. Es imprescindible en estos momentos educar profesionales

capaces de desempeñarse en el mundo de la vida para atender competentemente las necesidades de la sociedad del conocimiento [2]. Por ello los planes de estudios se deben diseñar por competencias y no por objetivos o asignaturas. La Universidad Cooperativa de Colombia realizó una reforma curricular para diseñar todos sus planes de estudios desde la perspectiva de las competencias. Se comprende entonces que esta nueva manera de orientar sus programas abarca, no solamente la propuesta de planes con enfoque de competencias, sino todas las estrategias que permitan garantizar el éxito de la mencionada reforma; en este sentido, la evaluación de las competencias se convierte en un tema crucial

A partir de la metodología definida para la reforma curricular presentada como trabajo en versiones pasadas de la conferencia de LACCEI (En la versión 13th LACCEI Annual International Conference fue presentado el trabajo denominado: Reforma curricular basada en competencias en los programas de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia [3]). Uno de los aspectos que se trataron en este evento fue precisamente el de la evaluación de las competencias y la definición de instrumentos que permitan validar efectivamente, no solo el logro de la competencia por parte de los estudiantes, sino el llevarlos a niveles de aprendizaje superiores. En la versión de la 15th de Annual International Multi Conference de LACCEI, se presentaron los resultados del diseño de instrumentos de rúbricas para evaluación de evidencias de competencias [4] con base en la taxonomía SOLO (Structure of Observed Learning Outcome) de Jhon Biggs [5]. Para medir el avance en la adquisición de las competencias definidas se hace necesario el diseño de instrumentos que permitan confrontar los resultados esperados con los evaluados. En este escrito se presentan los aspectos de fundamentos teóricos y la metodología utilizada para el diseño de esos instrumentos.

II. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS

La tarea de referenciar información teórica y metodológica sobre las evaluaciones, permite establecer una

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.427>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

postura sobre la evaluación de las competencias. En este sentido se presenta la revisión y descripción de sistemas de evaluación que se aplican en varios países y contextos generales, los cuales fueron referenciados para el diseño presentado en este escrito.

A. Sistema de evaluación PISA.

Las pruebas aplicadas en el programa PISA (Programme for International Student Assessment), creado en 1997, constituyen un compromiso por parte de los gobiernos de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, con el fin de establecer un seguimiento de los resultados de sistemas educativos en cuanto al rendimiento de los estudiantes, dentro de un marco internacional común.

B. Sistema de evaluación TIMSS.

El estudio TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) es un proyecto de la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA), organización independiente, de cooperación internacional de instituciones nacionales de investigación educativa y de agencias gubernamentales de investigación dedicadas a mejorar la educación, que involucra a más de 60 países de significativa diversidad.

C. Sistema SABER PRO.

Las pruebas SABER PRO procuran comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes próximos a culminar los programas académicos de pregrado que ofrecen las instituciones de educación superior en Colombia, de igual forma, los resultados de la aplicación de esta prueba sirven de fuente de información para la construcción de indicadores de evaluación de calidad de los programas e instituciones de educación superior y del servicio público educativo

D. Sistema de evaluación SINAES.

El Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior – SINAES - despliega un modelo de evaluación de la educación superior en Brasil que promueve la clasificación y la competitividad de las entidades educativas, basado en estrategias de visibilidad institucional, evaluación formativa, autoevaluación participativa y articulación con el sistema de regulación. La evaluación del ámbito institucional, los cursos y el Examen Nacional de Desempeño de los Estudiantes, ENADE, se configuran en procesos que ofrecen una percepción de la calidad de la educación en el país. SINAES reconoce la diversidad del sistema de educación superior, por tanto, respeta la identidad, la misión y la historia de las instituciones.

E. Sistema de evaluación CENEVAL.

El Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior – CENEVAL- es una entidad civil mexicana que

diseña y aplica instrumentos de evaluación, con el fin de generar reportes confiables en relación con los aprendizajes de los estudiantes en diferentes niveles formativos. Este organismo lidera el Examen de Competencia Comunicativa y Pensamiento Crítico para las licenciaturas o carreras profesionales, con el propósito de establecer, en cualquier nivel de la formación, el dominio de las habilidades cognitivas de los estudiantes en comprensión de lectura, expresión escrita y pensamiento crítico.

F. Proyecto AHELO.

AHELO es un proyecto internacional coordinado por la OCDE que investiga la viabilidad de evaluar resultados de aprendizaje en la Educación Superior -Assessment of Higher Education Learning Outcomes- desde una perspectiva que incorpore la diversidad de culturas, idiomas y contextos educativos y con ello conocer las capacidades de los egresados para enfrentar la complejidad del campo profesional en la actualidad con miras al futuro. El proyecto incluye alumnos de 17 países en 3 ramas de evaluación: capacidades genéricas, capacidades disciplinares en Ingeniería y capacidades disciplinares.

G. Sistema de evaluación en la Universidad Cooperativa de Colombia.

Es necesario establecer el marco de referencia de la Universidad Cooperativa de Colombia para la evaluación de las competencias. El Proyecto Institucional (PI) [6] asume el aprendizaje como *la actividad humana caracterizada por la producción de cambios transferibles a nuevas situaciones como consecuencia directa de las prácticas realizadas*. En este sentido y de acuerdo con lo planteado por Pozo [7] *la mutación de conocimientos y el desenvolvimiento en circunstancias nuevas, en permanente práctica, constituyen fuente de aprendizaje*. De acuerdo con lo expuesto en el PI de la Universidad Cooperativa, existen importantes elementos que garantizan el aprendizaje, como:

- 1) El descubrimiento que genera motivación, confianza, autonomía y asegura el recuerdo.
- 2) El intercambio de significados entre pares a través del dialogo, en un contexto situado.
- 3) El trabajo cooperativo y trabajo colaborativo.
- 4) La incorporación de las TIC, ampliando el abanico de posibilidades en la negociación de significados y el acceso a diferentes entornos.

Con los elementos descritos anteriormente se entiende que en el aprendizaje los saberes previos se reconstruyen gracias a circunstancias novedosas. Aquí la transferencia hacia otros contextos es determinante y por tanto será necesario desarrollar nuevas competencias a partir de las ya existentes. Se entiende entonces que aprender es transferir por medio de la práctica. En este escenario el estudiante es quien se responsabiliza del aprendizaje. De esta manera organiza lo que

aprende para utilizarlo en otros contextos, así gana en motivación y confianza en sí mismo, propiciando el tránsito hacia la autonomía. Por esta razón, la Universidad Cooperativa de Colombia privilegia la interacción entre estudiante y profesor como aquella dinámica que permite intercambiar significados puestos en un contexto situado, partiendo del diálogo entre pares; es la acción comunicativa que trasciende hacia prácticas de trabajo cooperativo y colaborativo. En consecuencia, las estrategias de enseñanza utilizadas por los profesores deben estar acordes con los propósitos educativos de la institución. Estas estrategias identifican la calidad y capacidad que cada profesor expone para que los encuentros con los estudiantes tengan sentido y se propicie el aprendizaje y el desarrollo de competencias por parte de quien aprende. Siguiendo los planteamientos de Biggs [8] se entiende que *el aprendizaje es el resultado de una acción constructiva*. En este sentido la educación será eficaz cuando disponga de las actividades adecuadas para alcanzar los objetivos curriculares, estimulando por tanto a los estudiantes para que desarrollen y se responsabilicen de la construcción de su aprendizaje. Para ello es necesario alinear la educación en cuanto a sus métodos y formas evaluativas. Para entender entonces cómo el ser humano aprende, se debe partir del precepto que implica que el significado no se impone ni se transmite por medio de la enseñanza, sino que se logra y desarrolla mediante actividades de aprendizaje, es decir, en la interacción de la persona con el mundo. De esta manera, en la medida que se aprende cambian las concepciones de los fenómenos y se observa el mundo de forma diferente. El sólo hecho de adquirir información no llevará a ningún cambio, más bien la forma en que el ser humano piensa y estructura dicha información hará posible su aprendizaje.

Dada la necesidad de una educación pertinente y de calidad en la esfera mundial, donde debe propiciarse el desarrollo de competencias para resolver problemas, adaptarse a los cambios, enfrentar situaciones y aprender a aprender, el Proyecto Institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia en PI-UCC (2013) asume el concepto de competencias como *La capacidad de utilizar conocimientos, habilidades, actitudes y valores, relacionados entre sí, para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o tarea en contexto*. Así, la formación debe ser integral donde se combinan el ser, el saber y el hacer con una variedad de aspectos como conocimientos, habilidades, actitudes, valores, formas de percibir el mundo, entre otros, con el fin de realizar actividades específicas que llevan a la resolución de problemas o necesidades en las diferentes situaciones presentadas en la cotidianidad.

La Institución acogió el enfoque que el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación Superior-ICFES- aplica en las Pruebas Saber Pro. Fue así como las competencias generales que evaluaba el Examen de Calidad para la Educación Superior (ECAES) desde el 2003, y que clasificaba en interpretativas, argumentativas y propositivas,

dieron paso a las competencias genéricas que ahora las Pruebas Saber Pro disponen en los módulos de comunicación escrita, inglés, lectura crítica, razonamiento cuantitativo y competencias ciudadanas. En este punto cabe anotar que existe un sexto módulo sobre competencias específicas, propio de la carrera técnica, tecnológica o profesional que cursa el estudiante. Aquella división de las competencias generales de los exámenes ECAES se derivó del sistema filosófico de Noam Chomsky [9], en especial de la concepción sobre competencia lingüística. Para el teórico norteamericano el lenguaje se configura como una facultad del ser humano y no como un objeto independiente de la representación mental de los usuarios. Mirado así, el lenguaje es un fenómeno inventado y reinventado por un sujeto que le otorga propiedades desde procesos mentales innatos, además, al decir de Chomsky (1994) *la persona que establece familiaridad con un número limitado de proposiciones gramaticales podrá producir un número infinito de realizaciones admisible para la comunidad de habla a la que pertenece*. Posteriormente, la posición de Chomsky fue rebatida por la semiótica discursiva de Greimas [10]. Precisamente el saber-hacer que Chomsky excluía de la noción de competencia, es para Greimas el punto que la determinaría, puesto que ese algo que hace posible el hacer, se configuraría a partir de aquellas condiciones previas y presupuestos que provocarían la acción. En este sentido la competencia lingüística hace parte de ese fenómeno previo que estudia la semiótica, donde el sujeto es el actuante y sus comportamientos se derivan de un programa narrativo virtual y de una competencia específica. Entonces, la competencia del sujeto se compone del programa narrativo virtual -programa de acción-, como la forma más simple de la competencia semántica, y de la competencia modal como organización jerárquica de modalidades. Greimas contempla los actos de la competencia como aquellos donde confluye el saber semántico, el dominio cognitivo y a la posición en el contexto; además, según Greimas, confluiría la dimensión de la voluntad en tres modalidades: querer, deber y poder. De otra parte, Chomsky también encontró en la noción de competencia comunicativa de Hymes[11] una crítica al modelo de gramaticalidad de la lengua, donde predominaba el nivel sintáctico. Para Hymes el uso del lenguaje acontece en una situación comunicativa específica y en determinado contexto socio-cultural, por tanto, es preciso considerar procesos semánticos y pragmáticos. De este modo trasciende el énfasis sobre el modelo de representación de la lengua, acentuado sobre el binomio sonido/significado (que organiza el lenguaje mediante reglas), hacia un modelo de la lengua que también contempla la conducta comunicativa. Este escenario posibilita la adquisición y aprendizaje de la competencia e integra la experiencia social, las necesidades y motivaciones y la misma acción de comunicarse. En ese punto no sólo se habla de una competencia para la gramática, por ejemplo, conocimiento de la estructura de las oraciones sino de una competencia para el uso, conocimiento sobre cómo se utilizan las oraciones:

cuándo sí y cuándo no; sobre qué hacerlo; con quién; dónde y en qué forma. Con esta mirada la lengua también estará organizada para un repertorio de actos de habla relacionados con formas de persuasión, dirección, expresión y juegos simbólicos.

El desarrollo de Hymes se acerca a las dimensiones de conocimiento, actitud y habilidad que componen la competencia en el modelo educativo de la Universidad Cooperativa de Colombia, cuando el PI la declara como una articulación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores; y en ese sentido encierra en sí misma la cosmovisión de la persona: manera de ser y de estar en el mundo y con el mundo; por tanto implica las dimensiones del Saber, el Hacer y el Ser en contexto. En este sentido se toma lo pertinente de los planteado por Chomsky, Greimas y Hymes. De este modo se busca que el estudiante, desde los saberes propios, dé respuestas pertinentes en contextos específicos. En tal sentido los planes de estudio se estructuran en competencias genéricas, transversales y específicas.

III. METODOLOGÍA Y TAXONOMÍA

El Proyecto Institucional de la Universidad ha considerado orientar su evaluación bajo tres aspectos fundamentales y relacionados entre sí:

- 1) Dominios cognitivos: definidos para describir el nivel de competencia de los estudiantes, utilizando la taxonomía SOLO [12].
- 2) Campos conceptuales: corpus disciplinar cuyo tratamiento implica el uso de algunos conceptos y teorías del área que se pretende evaluar. Para tal fin se toman los conceptos de Gérard Vergnaud y Pierre Bourdieu [13]
- 3) Contextos: situaciones propias de la vida real (ICFES, 2013) [14], que constituyen los escenarios de los ítems a formular.
- 4) Establecimiento de tabla de especificación de ítems.
- 5) Construcción de bloques de ítems.

El dominio cognitivo se refiere a procesos de aprendizaje, donde se incluyen hechos y conceptos que sirven para el desarrollo de las habilidades intelectuales. En este sentido, se involucra el procesamiento de información, la construcción del entendimiento, la aplicación del conocimiento, la resolución de problemas y la realización de investigación. El conjunto de habilidades será referente valioso para lo que se pretende como Universidad en el desarrollo del proyecto educativo, puesto que permitirá hacer retroalimentación para el diseño curricular, los procesos en el aula y la evaluación a la actividad del saber como tal.

En consecuencia, los dominios cognitivos tomados como referencia se definen bajo la taxonomía SOLO (Structure of the observed Learning Outcome - Estructura del Resultado

Observado de Aprendizaje), que es una técnica desarrollada por John Biggs en 1979, consolidada por el mismo Biggs y Collis en 1982, y ha sido usada en el campo de la educación, por varias disciplinas [15], donde el aprendizaje y su evaluación toman una especial relevancia. la Universidad Cooperativa de Colombia, acogió en 2014 la taxonomía SOLO para la definición de dominios cognitivos. Biggs y collis (1982) expusieron que “*en la progresión desde la incompetencia hasta la maestría, los estudiantes muestran una secuencia consistente, o ciclo de aprendizaje que es generalizable a una gran variedad de tareas y en particular a las actividades escolares*”. Esta secuencia se refiere a un proceso jerárquico que puede dar información de hasta donde ha llegado el aprendizaje con relación a una competencia definida.

La taxonomía SOLO tiene los siguientes niveles:

- 1) Pre-estructural: las respuestas que proporcionan los alumnos ante una determinada tarea no son relevantes.
- 2) Uni-estructural: el resultado del alumno, pese a poder ser cierto, sólo se centra en un determinado aspecto que, por otro lado, no tiene por qué ser relevante.
- 3) Multi-estructural: en este caso el alumno es capaz de enumerar una serie de aspectos correctos, pero no va más allá.
- 4) Relacional: el alumno no sólo identifica varios aspectos correctos, sino que también es capaz de relacionarlos entre sí.
- 5) Abstracto ampliado: es el nivel más complejo, aquí el alumno cumple con los anteriores criterios y, además, es capaz de ir más allá de lo preguntado para poder relacionarlo con otros sistemas ajenos a la tarea en sí pero que, de algún modo, enriquecen los resultados.

Los campos conceptuales, dado el enfoque de competencias descrito para el instrumento de evaluación, se plantea como los aspectos que permiten la interconexión que existe entre las situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, dinámicas y operaciones del pensamiento que los estudiantes irán desarrollando durante su paso por la universidad.

Los contextos se consideran como “una noción compleja de conciencia, una representación mental de una situación comunicativa que es la base de los eventos sociales relevantes en un momento de interacción para la comprensión y producción de discurso” Van Dijk [16], se concluye que el contexto afecta lo que los participantes esperan, el significado que estos deducen y su comportamiento subsecuente.

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el proceso de diseño de instrumentos para evaluación de competencias en la Universidad Cooperativa de Colombia se han establecido hasta el momento las pruebas para las competencias genéricas y en el año 2017 se diseñaron los instrumentos de dos competencias transversales de Ingeniería: Formulación y evaluación de proyectos de Ingeniería y Modelado y Simulación Matemática. En este apartado se

muestran los resultados de los instrumentos diseñados para formulación y evaluación de proyectos.

De acuerdo con los referentes estudiados se contempló construir los instrumentos teniendo en cuenta los siguientes campos conceptuales:

- 1) **Formulación:** considera la identificación de problemas, donde se evalúan alternativas de inversión en escenarios atractivos de negocios o empresas, ya sean existentes o nuevos. Asimismo, contempla análisis, diagnósticos y estudios técnicos de las alternativas de proyectos.
- 2) **Planeación:** incluye aspectos sobre cuáles y cómo son los objetivos que se pretenden alcanzar durante el desarrollo de un proyecto y los criterios de orden técnico para la definición.
- 3) **Evaluación:** incluye aspectos relacionados con beneficios sociales, económicos y financieros, para valorar la conveniencia de la realización de un proyecto, a partir de la realización de los estudios de mercados, técnicos, jurídicos, administrativos y financieros.

Para establecer los aspectos a tener en cuenta en los niveles de la taxonomía SOLO se definió hacerlo partiendo del nivel uniestructural ya que los estudiantes llegan con competencias previas obtenidas en las educación básica y media. En la tabla I se presentan los campos conceptuales de acuerdo con la complejidad de los dominios cognitivos de la taxonomía SOLO de finidos para el campo conceptual de Formulación de proyectos

Tabla I
Campo conceptual de formulación y niveles de complejidad SOLO

Nivel	Formulación
Uni-estructural	Identifica un elemento relevante.
Multi-estructural	Hace una lista de los elementos relevantes de un estudio de entorno, de mercado, técnico, financiero y social, sin relacionarlos.
Relacional	Analiza los elementos relevantes de un estudio de entorno, de mercado, técnico, financiero y social, analizándolos para sustentar la factibilidad de un proyecto.
Abstracto Extendido	Formula hipótesis sobre el comportamiento de la relación entre los elementos relevantes de un estudio de entorno, de mercado, técnico, financiero y social, para ser transferidos en la solución de problemas complejos en contextos diferentes.

Los instrumentos se diseñan en bloques conformados por 18 ítems cada uno La distribución de ítems (preguntas a construir) para el diseño del instrumento de evaluación de la competencia en formulación y evaluación de proyectos se presenta en la tabla II.

Tabla II.
DISTRIBUCIÓN DE ÍTEMS POR NIVEL DE COMPETENCIA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

NIVEL DE COMPETENCIA	DISTRIBUCIÓN
Uniestructural	17%
Multiestructural	33%
Relacional	33%
Abstracto ampliado	17%

Para garantizar el equilibrio en los instrumentos en cuanto al número de ítems en cada uno de los niveles de la taxonomía SOLO es necesario atender los porcentajes definidos en la tabla de distribución. Es indispensable realizar preguntas (ítems) en cada uno de los niveles, con el fin de tener un instrumento consistente que permita evaluar coherentemente las competencias de todos los estudiantes a los cuales se aplican los instrumentos. En la tabla III se muestra el número de preguntas que se deberán diseñar en cada nivel de SOLO.

Tabla III.
TABLA DE ESPECIFICACIONES: CAMPOS CONCEPTUALES Y NIVELES DE COMPETENCIA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

Campo Conceptual	Nivel de Competencia				TOTAL
	U	M	R	AA	
Formulación	1	2	3	2	8
Evaluación	1	3	2	1	7
Gestión	1	1	1		3
TOTAL	3	6	6	3	18

U:Uniestructural, M:Multiestructural, R:Relacional, AA: Abstracto Ampliado

Para definir los contextos y Considerando el contexto como “Una noción compleja de conciencia, una representación mental de una situación comunicativa que es la base de los eventos sociales relevantes en un momento de interacción para la comprensión y producción de discurso” (Van Dijk, 2001), se concluye que el contexto afecta lo que los participantes esperan, el significado que estos deducen y su comportamiento subsecuente; por lo tanto, la construcción de contextos para el instrumento de evaluación de formulación y evaluación de proyectos, se realiza teniendo en cuenta los siguientes principios fundamentales:

1) *Relevancia:* los contextos representan elementos relevantes de un momento; en este sentido, la información que se presenta a los estudiantes de los mismos, debe ser la que tenga un carácter clave, prioritario y completo para solucionar el ítem correspondiente, en los diferentes campos conceptuales.

2) *Dinamismo:* el contexto es dinámico, dado que este se

adapta a los cambios de interpretación del discurso. De allí que para elaborarlo es necesario tener en cuenta las nuevas teorías, modelos, métodos y herramientas para la formulación, evaluación y gestión de proyectos, así como los cambios derivados de las mega-tendencias que pueden presentarse en los escenarios donde se desarrollan.

3) *Estructural*: un contexto tiene una configuración fija y una información concreta que permite una comprensión idéntica. En este sentido, los contextos que se utilizarán para evaluar los diferentes campos conceptuales se estructuran considerando una introducción general de las condiciones del contexto, seguido de información con datos y cifras sustentadas que den cuenta del desarrollo ordenado y secuencial de cada uno de los dominios conceptuales (Formulación, evaluación y gestión).

4) *Pertinencia*: un contexto incluye modelos mentales comprensibles que representen de forma adecuada hechos reales, que controlen la producción y recepción apropiada del discurso, consecuente con la situación intrapersonal, social y los saberes previos del interlocutor. De allí que los contextos se elaborarán considerando acontecimientos reales, familiares (contextos no familiares son los que ponen a prueba la competencia del evaluado) y motivantes, sustentados en fuentes primarias, basados en el lenguaje profesional y en la utilización de los diversos saberes disciplinares propios de la ingeniería, que permitan al estudiante tener un acercamiento y una utilización de los campos conceptuales, para resolver los ítems del instrumento, basado en la presentación de información útil y necesaria. Así mismo, el contexto presenta un dominio en acción; por lo tanto, se requiere que la elaboración de los contextos se encuentre asociada con los pre-supuestos teóricos y campos disciplinares propios de la ingeniería que soportan y posibilitan la formulación, evaluación y gestión de proyectos.

5) *El conflicto*: un contexto lleva implícito la presencia de un conflicto entre sus participantes, entendido este como la tensión generada a partir de las diferencias entre objetivos y roles, así como en la comunicación y en la interpretación que se presenta en una situación. Lo anterior implica que en la elaboración de contextos para los dominios objeto de estudio se identifique e involucre varios participantes y se describa de manera explícita la tensión, ruptura o alianza que puede existir entre estos.

Por su parte, los componentes esenciales que configuran un contexto, atendiendo a la contextualización del discurso y categorías que lo configuran, para el caso de formulación y evaluación de proyectos, se delimitan, así:

1) *Ámbito global, local y social*: las estructuras del discurso son contextualizables en la medida que pueden ubicarse en ambientes globales. Locales y sociales. Se consideran globales, cuando representan, comprenden y explican discursos colectivos o sociales con un carácter global. Desde el punto de vista local estas estructuras son relevantes

para un momento, donde son influenciados por procesos sociales, culturales e históricos. De allí que, para la elaboración de contextos para evaluación del instrumento en mención, se consideran contextos desde la realidad socio-económica, tecnológica y productiva, tanto, regional, como nacional e internacional.

2) *Escenarios*: EL contexto se encuentra delimitado por unas fronteras de tiempo y lugar, establecido bajo un cierto grado de escalabilidad, es decir, puede ser descrita desde lo general a lo particular. De allí que para el caso de la elaboración de contextos del instrumento en mención se tendrá en cuenta su ubicación espacial y la delimitación temporal de su dominio de acción, (proyecto de infraestructura, restructuración organizacional, transferencia tecnológica, intervención social y comunitaria, entre otros), considerando una descripción cronológica y secuencial de la situación que se aborda en el contexto.

3) *Participantes*: Son los actores del discurso, los cuales se encuentran interrelacionados; pueden ser de tipo institucional, cuando formulan, o interactivos, quienes actúan como agentes interpretadores e interlocutores, bien en posición de aliados u oponentes; de igual manera, existen los actores sociales/políticos quienes representan formas de control y auto-representación. De allí que sea importante, en la elaboración de contextos, la identificación de los actores que participan y se relacionan entre sí, desde las diferentes tipologías señaladas.

4) *Dominio de Acción*: El contexto identifica lo que los participantes hacen socialmente; de igual manera se concibe como una estructura compleja y jerárquica de actos de diversa índole que se encuentran relacionados con los objetivos y están sujetos a una interpretación desde el discurso. En consecuencia, en el contexto se consideran dominios asociados a situaciones relacionadas con procesos de producción de bienes y servicios, restructuración organizacional, intervención social y comunitaria, transferencia y adaptación tecnológica, así como obras civiles de infraestructura de gran tamaño.

5) *Cognición*: En un contexto se incluye la información del modelo mental asociado a una situación, dentro de la semiótica propia del discurso que la describe y representa, la cual se encuentra asociada al tipo de conocimiento, opiniones y objetivos. Para tal efecto, se incluirá información pertinente de carácter disciplinar, técnica y contextual necesaria para que el estudiante pueda responder los ítems, atendiendo al nivel de dominios y campos conceptuales.

Considerando los principios y componentes que soportan la elaboración de contextos para la formulación y evaluación de proyectos, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia, se presenta un ejemplo de un contexto denominado: “DESARROLLO PRIMERA FASE DE TRANSMILENIO”. Esta es la fase inicial del proyecto de construcción e implementación de transporte masivo con buses articulados en la ciudad de Bogotá. Para esto, previo a su

descripción, se muestra en la tabla IV una identificación de los componentes y principios que lo sustentan.

Tabla IV
IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS Y COMPONENTES DEL CONTEXTO

Denominación	“DESARROLLO PRIMERA FASE DE TRANSMILENIO”
PRINCIPIOS PARA LA FORMULACIÓN DEL CONTEXTO	
Relevancia	La información de orden técnico, económico y social que se presenta es la clave prioritaria para resolver los ítems.
Dinamismo	El contexto puede ser analizado y evaluado a partir de la aplicación de nuevas herramientas, modelos y teorías asociados con los campos conceptuales, en la medida que conserva la consistencia y vigencia de la situación planteada, para construir ítems según el dominio conceptual.
Estructural	El contexto se elabora a partir de una descripción de las etapas de formulación, evaluación y gestión del proyecto (Dominios conceptuales) asociado con la primera fase de Transmilenio.
Pertinencia	El contexto presenta información real y familiar al estudiante sobre el desarrollo del proyecto de Transmilenio en sus diferentes etapas de formulación, evaluación y gestión; así mismo, es motivante en la medida que muestra los logros e impactos significativos, para despertar interés en realizar una activación cognitiva que lo lleve a resolver los ítems, considerando sus saberes y experiencias previas.
Conflicto	Se evidencian de forma implícita los conflictos entre los participantes institucionales y socio-políticos, en la medida que encuentran metas opuestas entre satisfacción del servicio y ordenamiento y manejo del espacio público.
Ámbito	Regional.
Escenarios	Lugar: Ciudad de Bogotá. Tiempo: 1.999 primera fase de Transmilenio.
Participantes	Institucionales: Alcaldía Mayor de Bogotá. Interactivos: Empresa de transporte Transmilenio S.A. Sociales/políticos. Usuarios del sistema.
Dominio de acción	Proyecto de infraestructura y de servicios de transporte.
Cognición	Información financiera, técnica sobre capacidades y estándares de servicio y estadísticas sobre percepción de beneficios sociales y económicos.

Por último, se presenta una muestra de 2 ítems diseñados a partir del contexto anterior (uno del nivel multiestructural y otro del nivel relacional). No se presenta el contexto completo en este escrito por su longitud. El texto que se entrega a los estudiantes para que resuelvan las preguntas está escrito en dos páginas. Se sugiere no utilizar más de 500 palabras para el contexto. Una muestra del contexto es la siguiente: “*Transmilenio es un sistema de transporte masivo, que surge de la necesidad de ordenar el transporte público de la ciudad de Bogotá, y que al tiempo ofrece una alternativa integral de desarrollo urbano. La fase I se formuló para atender una*

infraestructura de 38kms de vías exclusivas, 57 estaciones, 4 terminales, 28 puentes peatonales, andenes y plazoletas, 100kms de vías para buses alimentadores, 4 patios y talleres y un centro de control. La infraestructura anterior permitió obtener una capacidad en el tramo más cargado de 31.000, 110.000 kilómetros/día laboral, 5,55usuarios kilómetro, 1.776 usuarios/bus/día laboral y 320 kilómetros/bus/día laboral, lo cual permitió ampliar la cobertura de servicios corriente, expreso y alimentador, apoyados en la utilización de portales de estación de cabecera, estación sencilla y estación sencilla de intercambio. El sistema ha generado una productividad de 1.562,2 pasajeros diarios de un articulado, en comparación con los de un bus colectivo de 389 pasajeros, demostrando así una mayor efectividad.

Para su puesta en marcha se definió una estructura administrativa, soportada en la creación de dos entidades para realizar su gestión, como fueron la empresa de Transporte Tercer Milenio (TRANSMILENIO) y la de Transporte Masivo de Bogotá (METRO S.A). En consecuencia, se estructuró el servicio bajo cuatro procesos como son: Transmilenio, la Infraestructura, los Operadores y el Sistema de Recaudo.”

En el nivel multiestructural se evaluará la capacidad cognitiva de un estudiante para enumerar, describir o listar varios aspectos relevantes independientes, bien sea en la formulación, evaluación o gestión de proyectos; así, continuando con el contexto ya referenciado, aplicado al campo de la evaluación, se refiere el siguiente ítem:

“La evaluación de proyectos permite medir la conveniencia de realizar o no una inversión. Partiendo de lo expuesto en el caso de la Empresa Transmilenio S.A., los beneficios directos para la ciudad que permitieron sustentarla, fueron:

- A. *Movilidad y Desarrollo.*
- B. *Productividad y traslado.*
- C. *Seguridad y progreso.*
- D. *Efectividad y Empleo.”*

En el ítem anterior, la opción correcta corresponde al literal A, *movilidad y desarrollo*; en este sentido, según lo expuesto, el estudiante realiza una actividad de cognición relacionada con enumerar y listar dos aspectos relevantes asociados con el campo de evaluación, que si bien son independientes, son de mayor complejidad, generando en el estudiante un mayor esfuerzo cognitivo que la simple identificación de uno como se hace en el nivel uniestructural.

Es importante resaltar, que para el contexto del caso del proyecto Transmilenio, el eje central gira en torno a la conveniencia de un medio de transporte que supla las necesidades que presenta la ciudad. Partiendo de lo anterior, la opción de productividad y traslado, no resulta ser una opción válida dado que los conceptos formulados acerca de la productividad, van enfocados hacia los recursos que se

invierten en la empresa para alcanzar los objetivos y conseguir que la organización sea mucho más eficiente. Lo anterior, sería el primer aspecto a analizar, soportado en los conocimientos adquiridos previamente, por lo tanto, teniendo en cuenta que uno de los elementos de la opción no es válido, se considera que el ítem no responde a lo planteado en la pregunta. Asimismo, para la opción de seguridad y progreso, el contexto expresa que la percepción de la ciudadanía en cuanto a estos aspectos se acrecentó, sólo que dicho crecimiento se da una vez ésta implementado el proyecto, y no durante la evaluación de la viabilidad del mismo. Dicho argumento, precisa que el ítem no es correcto, para lo formulado en la pregunta. Para finalizar, la opción de efectividad y empleo, al igual que las opciones previas, están sujetas a la percepción de los ciudadanos después de la implementación, lo que implica que la opción no se la correcta para lo que se pretende hallar en la pregunta.

En el nivel relacional se evaluará la capacidad cognitiva de un estudiante para integrar, comprender, contrastar, explicar causas, analizar y aplicar aspectos relevantes en los diferentes campos conceptuales. De allí que, para el caso de campo de gestión, un ítem construido desde el contexto ya mencionado, se definiría de la siguiente forma:

“La gestión efectiva de un proyecto se convierte en un elemento primordial para garantizar una ejecución exitosa del mismo; en el caso de la empresa Transmilenio S.A, puede concluirse que ésta se logró gracias al manejo adecuado de:

- A. *La estructuración de procesos que garantizó mejorar calidad.*
- B. *La implantación de servicios que permitió ampliar rentabilidad.*
- C. *La definición de estructuras que generó asegurar productividad.*
- D. *La utilización de recursos viales que facilitó ampliar capacidad.”*

En el ítem anterior, la opción correcta corresponde a *la estructuración de procesos que garantizó mejorar calidad*; en este sentido, según lo expuesto, el estudiante realiza una actividad de cognición relacionada con asociar, relacionar y analizar dos aspectos relevantes del proyecto de Transmilenio, asociados al campo de la gestión, generando así un mayor esfuerzo cognitivo más allá de simplemente listar.

La opción B, se concentra en el establecer o instaurar servicios que se limitaran al aumento de la rentabilidad de la empresa sin tener en cuenta un análisis y planificación de actividades que mejoren el objetivo principal del proyecto referente al ordenamiento y desarrollo de la ciudad. Al igual que en la opción C, el sólo concentrarse en la definición de estructuras que garanticen la productividad, no garantiza que los procesos de retroalimentación de las actividades del proyecto se lleven adecuadamente para conseguir los principales objetivos del mismo. Sin embargo, ampliar la capacidad del proyecto a través de la utilización de los

recursos viales de la ciudad como lo expresa la opción D, no implica que el servicio que se pretende ofrecer durante el desarrollo del proyecto presente un sistema que actué como engranaje de todas las actividades para conseguir los objetivos principales. Es así, como de acuerdo a lo planteado anteriormente, las 3 opciones no resultan válidas para conseguir la gestión efectiva del proyecto.

Finalmente se puede concluir que el diseño de instrumentos para la evaluación de las competencias utilizando una taxonomía reconocida ha permitido apropiarse por parte de la comunidad académica de profesores una nueva manera de enseñar y de relacionarse con sus estudiantes. La metodología utilizada para el diseño de instrumentos, basada en referentes primarios, permite consolidar un sistema de evaluación de competencias que proporcionará a la institución la posibilidad de realizar análisis de datos que permitirán hacer seguimiento a grupos de estudiantes a partir del nivel en el cual se ubiquen de acuerdo con los niveles de la taxonomía SOLO. Esto garantizaría que los planes de estudio con enfoque de competencias se basen en estrategias confiables que permiten utilizar índices y variables enmarcados en el conocimiento científico del diseño de pruebas de evaluación.

El paso siguiente en el proyecto del Sistema Institucional de Evaluación de Competencias de la Universidad Cooperativa de Colombia será la aplicación de las pruebas diseñadas a los estudiantes y analizar sus resultados para proponer estrategias pedagógicas y didácticas que atiendan los casos de desempeño insatisfactorio de acuerdo con las competencias definidas. Igualmente perfeccionar el posterior proceso de diseño de instrumentos de acuerdo con los índices y variables contempladas para medir el grado de confiabilidad de la prueba. Esto permitirá ir liberando para conocimiento de la comunidad en general, los bloques iniciales aplicados

REFERENCIAS

- [1] G. Unigarro, “EDUCACION VIRTUAL: ENCUENTRO FORMATIVO EN EL CIBERESPACIO,” UNAB, Bucaramanga , 2004.
- [2] J. Gines Mora, “La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento,” *Revista Iberoamericana de Educacion*, vol. 35, n° 13, pp. 1-37, 2004.
- [3] E. López, “Proceedings of the Thirteenth Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology,” <http://www.laccei.org/LACCEI2015-SantoDomingo/RefereedPapers/RP052.pdf>
- [4] E. López, “Proceedings of the Thirteenth Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology,” <http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/meta/FP251.html>
- [5] Biggs, J. (2005). Assessing for learning: some dimensions underlying new approaches to educational assessment. *The Alberta Journal Educational Research*.
- [6] PI-UCC. (2013). Proyecto Educativo Institucional. Medellín. Editorial Universidad.
- [7] Pozo, J. I. (1997). *Teorías Cognitivas del aprendizaje*. España: Ediciones Morata.
- [8] Biggs, J. (1995). *Biggs structure of the observed learning outcome (SOLO) taxonomy*. ss: ss.

- [9] Chomsky, N. (1994). Estructuras sintácticas. México Siglo XXI.
- [10] Greimas, A. (1973). Semántica estructural. París: Larousse
- [11] Hymes, D. (1996). Acerca de la competencia comunicativa. Forma y función. Departamento de Lingüística. Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- [12] Biggs, J.(2016). *John Biggs*. Obtenido de John Biggs: <http://www.johnbiggs.com.au/academic/solo-taxonomy/>
- [13] Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. Traducción de Juan D. Godino CNRS y Université René Descartes
- [14] ICFES. (2013). *Fundamentación conceptual de la prueba de Razonamiento Cuantitativo*. Bogotá Colombia: Ministerio de Educación Nacional e Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación
- [15] Brabrand, C and Dahl, Bettina, “Using the SOLO Taxonomy to Analyze Competence Progression of University Science Curricula,” Higher Education, 2009
https://www.researchgate.net/publication/226569714_Using_the_SOLO_taxonomy_to_analyze_competence_progression_of_university_science_curricula
- [16] Van Dijk, T. (2001). Algunos principios de una teoría del contexto. ALED, Revista latinoamericana de estudios del discurso.

<p>Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI). ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).</p>
--