



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Proyecto ecourbano para el estudio del dibujo técnico en el marco de las
competencias clave para la sostenibilidad

Fernando Lozano Rivas

2020



UNIVERSIDAD DE MURCIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN

Proyecto ecourbano para el estudio del dibujo técnico en el marco de las competencias
clave para la sostenibilidad

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Fernando Lozano Rivas

Director:

Dr. Francisco del Cerro Velázquez – Universidad de Murcia

2020

Agradecimientos

Gracias a mi director de Tesis D. Francisco del Cerro Velázquez por su extraordinaria generosidad, su talento y profesionalidad. Gracias por acompañarme en esta aventura y no flaquear en los momentos duros.

Recuerdo cuando mi hermana Nuria me animó a hacer la tesis doctoral. Me conoce muy bien y me dijo que sería un camino largo y férreo pero que lo disfrutaría enormemente. No se equivocó. Gracias hermana por tantos consejos y ser un referente personal y profesional para mí.

A mis padres les debo lo que soy. Son los protagonistas indiscutibles de mi historia. He sido el niño más feliz del mundo y soy el hombre más afortunado del planeta por tener los padres que tengo.

Papá, muchas gracias por enseñarme tanto y ser un ejemplo de honestidad, sacrificio y responsabilidad. Sigo aprendiendo de ti.

Mamá, es un orgullo extraordinario ser tu hijo. Eres la persona más valiente, admirable y generosa que he conocido nunca. Muchas gracias por tu complicidad y amor incondicional.

INDICE

INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	
Antecedentes y contexto	7
Diseño de espacios ecourbanos	10
Agenda Urbana Sostenible	12
Competencias Clave de la UNESCO para la sostenibilidad	16
CAPÍTULO 2. PROYECTO TÉCNICO ECOURBANO EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	20
CAPÍTULO 3. JUSTIFICACIÓN DE LA UNIDAD CIENTÍFICA DE LA TESIS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	
Justificación de la unidad científica de la tesis	24
Objetivos generales de la investigación	27
CAPÍTULO 4. PUBLICACIONES	
Artículo 1. Estudio de un caso de enseñanza de materias STEM a través del ecourbanismo apoyado por herramientas avanzadas de diseño, en el horizonte 2030 de objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	29
Artículo 2. Proyecto Técnico Ecourbano apoyado en las TIC para el aprendizaje STEM (dibujo técnico) y la consolidación de los ODS en el aula	30
Capítulo de libro. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible a estudio: el proyecto técnico ecourbano como medio de aprendizaje para el ODS 11	31
Artículo 3. Education for Sustainable Development in STEM (Technical Drawing): Learning approach and Method for SDG 11 in Classrooms	34
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES FINALES Y PERSPECTIVA DE FUTURO	
Conclusiones finales	35
Perspectivas de futuro	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

ANEXOS

Anexo I: Escala Nuevo Paradigma Ecológico Revisada	42
Anexo II: Objetivos específicos de aprendizaje para los ODS y Competencias clave para la sostenibilidad	43
Anexo III: Objetivos de aprendizaje para docentes con el fin de promover la EDS	45

INTRODUCCIÓN

Esta tesis se presenta para la obtención del título de Doctor por la Universidad de Murcia, siendo el campo sobre el cual se apoya el estudio, la investigación para la mejora de la educación en las didácticas específicas, en concreto, en la enseñanza del dibujo técnico. La modalidad bajo la cual se presenta la tesis es la de compendio de publicaciones. Tal y como establece el Artículo 20 del Reglamento de Doctorado de la Universidad de Murcia, pueden optar por presentar su tesis en la modalidad de compendio de publicaciones, los doctorandos que, en el período que media entre el aval de su plan de investigación con arreglo al artículo 11.6 del Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, y la autorización de presentación de su tesis y con la autorización expresa de su director o codirectores de tesis, tengan publicados o aceptados un número mínimo de tres trabajos en revistas indizadas en bases de datos internacionales de reconocido prestigio o en revistas científicas o libros editados de importancia justificada, según los indicios de calidad establecidos por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) para cada una de las cinco ramas del conocimiento en la evaluación de la actividad investigadora. Dichos trabajos han de tener valor científico por sí y, al tiempo, han de configurar una unidad científica.

En el caso que nos ocupa, se presentan cuatro publicaciones cuyo eje vertebrador versa sobre el proyecto técnico ecourbano para el aprendizaje del dibujo técnico en el marco de las competencias clave de la UNESCO para la sostenibilidad.

Del Cerro Velázquez, F. y Lozano Rivas, F. (2018). Estudio de un caso de enseñanza de materias STEM a través del ecourbanismo apoyado por herramientas avanzadas de diseño, en el horizonte 2030 de objetivos de desarrollo sostenible (ODS). RED. Revista de Educación a Distancia, 58. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red/58/12>

Del Cerro Velázquez, F. y Lozano Rivas, F. (2019). Proyecto Técnico Ecourbano apoyado en las TIC para el aprendizaje STEM (dibujo técnico) y la consolidación de los ODS en el aula. RED. Revista de Educación a Distancia, 60. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red/60/04>

Lozano, F. (2019). Los objetivos de desarrollo sostenible a estudio: el proyecto técnico ecourbano como medio de aprendizaje para el ODS 11. En F.J. Egea, J.J. Gázquez, M. M. Molero, M. M. Simón, A. Martos, A.B. Barragán, N. F. Oropesa, J. G. Soriano (Eds.), *Investigación docente e investigación en ciencias, ingeniería y arquitectura*. (PP 875-884). Madrid, España: Dykinson.

Del Cerro Velázquez, F., & Lozano Rivas, F. (2020). Education for Sustainable Development in STEM (Technical Drawing): Learning Approach and Method for SDG 11 in Classrooms. *Sustainability*, 12 (7), 2706. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su12072706>

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes y contexto

Desde niño siempre me ha fascinado el cine. Me viene a la mente la tarde en la que por primera vez me embarqué en una aventura cinéfila. Siendo muy pequeño pisé por primera vez una de las salas del antiguo cine Floridablanca de la ciudad de Murcia.

No podía dejar de parpadear mientras observaba el universo que George Lucas había creado en Star Wars IV, una nueva esperanza; para todos, La Guerra de las Galaxias. Como buen seguidor de esta Space opera, he ido disfrutando de la saga con el paso de los años y siempre ha habido algo que me ha impactado enormemente; las diferentes ciudades y entornos creados por el director estadounidense. Asentamientos en zonas desérticas, ciudades futuristas, ambientes acuáticos, casas geométricas en árboles gigantes, entre otros. Las primeras que me llamaron poderosamente la atención fueron las construcciones del planeta Tatooine. Tanto el interior de la granja de los Lars como la casa de Anakin Skywalker son decorados sobre construcciones bereberes reales en el desierto de Túnez. A esta última las llaman “ksour” y son grandes graneros fortificados hechos a varias alturas. Los tíos de Luke Skywalker, unos de los protagonistas principales de la saga, viven en una granja donde se rodó el episodio IV. Esta construcción es real y se encuentra en la ciudad de Matmata. Las viviendas en este entorno poseen un diseño peculiar. Las llaman “casas trogloditas”, grandes excavaciones centrales y galerías / viviendas que convergen a ese espacio o plaza principal. Actualmente, conserva su arquitectura original y es el Hotel Troglodita Moula Idris.

En contraposición a este tipo de asentamientos en episodios posteriores de Star Wars, pude conocer Coruscant, sede del Gobierno de la Antigua República, ciudad masificada sin espacios abiertos con una densidad de tráfico, población descomunal y enormes construcciones verticales; según Pérez, Rodríguez, y Villalobos (2014):

La arquitectura de la ciudad se imaginó en paralelo a la de nuestras grandes ciudades, es decir, con los problemas derivados de su superpoblación. Transporte, servicios básicos, calidad de vida, seguridad... etc., son también en este caso ficticio las necesidades que con dificultad deben ser cubiertas. Parece lógico que, en la ciudad imaginada como capital de la República, la masificación de su población obligara a considerarla más allá que las más pobladas de nuestra realidad, agrandando exageradamente la escala de sus inconvenientes.

Sin embargo, no fue sino al finalizar mis estudios en Ingeniería Civil, cuando el urbanismo como tal entra a formar parte de mi vida profesional. Durante mis primeros años ejerciendo la profesión, trabajé en una Oficina Técnica Municipal en el área de Urbanismo, Obras y Servicios y es mientras voy desarrollando mi trabajo diario como ingeniero de proyectos y obras municipales, cuando soy consciente de la importancia que tiene para los ciudadanos la proyección de espacios urbanos; el bienestar ambiental y social de la ciudad. No se trataba únicamente de redactar y diseñar una memoria, planos, pliego de condiciones y presupuesto. Ejercer la ingeniería civil a través del

urbanismo y por tanto el diseño urbano recogidos en proyectos de obra civil sería algo mucho más trascendente; empezaba una búsqueda hacia la planificación urbana equilibrada.

Siendo parte activa en la redacción y ejecución de proyectos técnicos año tras año; desarrollos urbanísticos, polígonos industriales, supresión de barreras arquitectónicas... comprobaba que, en aquella época, se proyectaba cumpliendo evidentemente con todas las normativas vigentes desde todos los ámbitos; accesibilidad, Ley del suelo, Planes Generales de Ordenación Urbana etc. Sin embargo, siempre eché en falta elementos en la proyección de espacios que invitaran a la sostenibilidad desde una perspectiva holística; disciplinas que ya se trabajaban en otros países como Suecia o Dinamarca por aquellos años. Por entonces, en mi entorno proyectábamos espacios funcionales pero no se realizaba un diagnóstico de los problemas urbanos existentes en fase de diseño. En definitiva, proyectar espacios de convivencia que aunaran conceptos ambientales, sociales y económicos. La meta sería emplear el urbanismo ecosistémico o ecourbanismo para derivar en un modelo de proyecto sostenible pensado para todas las personas que vivían en la ciudad, en consecuencia, no proyectar simplemente para peatones.

¿Sería posible proyectar ciudades, barrios, espacios de convivencia sostenibles desde esta perspectiva?

En 2010, Estocolmo fue la primera ciudad en Europa reconocida como capital verde por la Comisión Europea; es una ciudad que desde 1990 empezó a reducir sus emisiones de CO₂. Hammaby Sjostad es el nombre del barrio al sur de Estocolmo, en el cual se proyectó un nuevo modelo de ciudad sostenible llamada SymbioCity. La propuesta se desarrolló en una antigua zona portuaria muy contaminada por la actividad industrial. SymbioCity está considerada como el primer ejemplo de urbanización holística, donde el término sostenible está perfectamente aplicado. “Desde 1995 hemos podido comprobar cómo nuestra curva de desarrollo ha seguido creciendo mientras la de las emisiones se quedaba estancada. Esto nos lleva a desmentir que el desarrollo económico de un país no sea compatible con un modelo sostenible” señala Gunnar Wieslander, Exsecretario de Estado del gobierno sueco. El sistema de infraestructuras proyectado y desarrollado en el barrio ha sido aceptado por muchos autores como un ejemplo para desarrollo urbano sostenible; Pandis, Johansson y Brandt (2013) sostienen que:

Las conclusiones del documento son que el desarrollo de sistemas de infraestructura integrados es una forma de ayudar a crear ciudades más sostenibles. Sin embargo, para reducir aún más los flujos metabólicos, la eficiencia del sistema debe mejorarse integrando más fuentes de energía renovables. Al mismo tiempo, se debe utilizar menos energía en los hogares.

Me di cuenta entonces que era necesaria una visión más reposada de la ciudad y que a la hora de proyectar, no solo era necesario cumplir con todos los parámetros técnicos que exigía la normativa vigente, también era imprescindible abordar problemáticas sociales y ambientales; dar un enfoque integral al proyecto; de esta forma se mejoraría un

equilibrio ambiental mediante estrategias basadas en la recuperación de las ciudades, reestructuración de la industria y la rehabilitación urbana.

A lo largo de la historia, el concepto de ciudad ha ido variando dentro del contexto social, económico y político del momento. Nada tiene que ver la polis griega con la ciudad medieval; una medina musulmana es distinta de una villa cristiana, una ciudad-templo como Pekín o una metrópoli comercial como Nueva York (Trachana, 2013).

Existen ciudades abiertas al diálogo donde la plaza se convierte en centro principal de las relaciones humanas. La ciudad mediterránea tiene estas características heredadas de la polis griega o ciudad clásica. Ortega y Gasset (1985) indica que:

La calle penetra en nuestro rincón privado, lo invade y anega de rumor público. El que quiera meditar, recogerse en sí, tiene que habituarse a hacerlo sumergido en el estruendo público, buzo en océano de ruidos colectivos. Materialmente no se deja al hombre estar solo, estar consigo, Quiera o no, tiene que estar con los demás. La gran vía y la plazuela rezuman su alboroto anónimo a través de los muros domésticos.

Por tanto, se entiende que el componente social en lo que al diseño de las ciudades concierne, es un aspecto imprescindible cuando proyectamos ciudades. “Es muy importante entender porqué la ciudad es un sistema abierto y lo que ello significa en su relación con el entorno y los flujos que establece con otros ecosistemas” (Leal del Castillo, G. 2010).

Por otro lado, encontramos las ciudades anglosajonas. El diseño de muchos de estos barrios, ciudades dormitorio de grandes capitales como Londres, tiene un carácter que podríamos definir como introspectivo; son ciudades “silenciadas” en las que se echa en falta vida social. El concepto de ciudad, “town” deriva del viejo inglés “tun” que quiere decir espacio cerrado. Es una ciudad preservada, un urbanismo no aperturista en el que se construyen viviendas adosadas en calles difícilmente reconocibles en torno a una zona central que no es el ágora como las antiguas polis griegas sino normalmente un supermercado. Este modelo de urbanismo dista del estilo mediterráneo que antes se comentaba.

En la ciudad musulmana en cambio, el ágora mediterránea será el patio de la mezquita y es centro de oración; no un lugar de relación para la socialización. En este tipo de ciudades de calles tortuosas, la vida recae en la vivienda doméstica.

Diseño de espacios ecourbanos

La planificación y, por lo tanto, el desarrollo de una ecociudad abarca cuatro componentes básicos (Gaffron, 2008).

- Configuración urbana: es la realidad física de la ciudad, considerada como un sistema interconectado. Las subcategorías asociadas a este sector de cara al proceso de planificación son: La demanda de suelo, el uso del suelo, las zonas verdes, el bienestar urbano, el espacio público y la edificación.

- Materiales y energía: referido al movimiento de energía y materia en el espacio y a través de los diferentes sistemas físicos y urbanos. Las subcategorías asociadas a este sector de cara al proceso de planificación son: la energía, el agua, los residuos y los materiales de construcción.

- Transportes: se relacionan con el movimiento físico de personas, mercancías e información dentro y fuera de la ciudad. Las subcategorías asociadas a este sector de cara al proceso de planificación son: Medios de transporte no motorizados, transporte público, transporte motorizado individual y el transporte de mercancías.

- Aspectos sociales y económicos: vinculados a las actividades humanas que determinan los procesos sociales y la vida económica de la ciudad.

En la tabla 1 se muestran los parámetros ecourbanos en la creación de un proyecto urbano sostenible.

Tabla 1. Parámetros ecourbanos en la creación de un proyecto urbano sostenible

Configuración urbana. - Demanda de suelo. Uso del suelo. Zonas verdes. Bienestar urbano. Espacio público. Edificación.	Transportes. - Transporte público. Transporte de mercancías.
Materiales y energía. - Energía. Agua. Residuos. Materiales de construcción.	Aspectos Sociales. - El hombre es un ser de relación. Es necesaria una planificación urbana que fomente dichas relaciones
Aspectos Económicos. Es necesario conectar con los intereses reales de la población.	

Fuente: Ecocity Book I. A better place to live (2005)

La tabla 2 muestra la relación entre los objetivos ecourbanos agrupados en tres grandes grupos (aspectos ambientales, aspectos económicos y aspectos sociales) con los parámetros ecourbanos en la creación de un proyecto urbano sostenible (Lozano, 2011).

Tabla 2. Relación entre los objetivos ecourbanos y los parámetros de estudio en la creación de un proyecto urbano sostenible.

Objetivos ecourbanos	Parámetros de estudio
<p style="text-align: center;">Aspectos ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ciudad de recorrido compendioso. - Elección del área de actuación. - Medios de transporte ambientales. - Descenso de la contaminación atmosférica. - Descenso del nivel de ruido. - Aprovechamiento de la luz natural. - Fomento de la actividad física: carril bici... - Reutilización de las aguas residuales. 	<p style="text-align: center;">Configuración urbana.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demanda de suelo. - Uso del suelo. - Zonas verdes. - Bienestar urbano. - Espacio público. - Edificación.
<p style="text-align: center;">Aspectos económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales ecológicos. - Energías verdes. - Peatonalización. (conservación de vías). - Beneficios ofrecidos por la calidad ambiental. - Ahorro energético 	<p style="text-align: center;">Materiales y energía</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energía. - Agua. - Residuos. - Materiales de construcción. <p style="text-align: center;">Transportes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medios de transporte no motorizados. - Transporte público. - Transporte de mercancías.
<p style="text-align: center;">Aspectos sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas. - Ciudad de densidad moderada: Se favorece la diversidad social e interacción humana. - Zonas verdes. Interacción social. Movilidad. 	<p style="text-align: center;">Aspectos Sociales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El hombre es un ser de relación. Es necesaria una planificación urbana. <p style="text-align: center;">Aspectos económicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es necesario conectar con los intereses reales de la población.

Fuente: Ecourbanismo. Innovación urbana y social de la ciudad (2011)

Agenda Urbana Sostenible

Con la promulgación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) el 25 de septiembre de 2015, nace un nuevo impulso para la sostenibilidad. Diecisiete objetivos que se espera alcancen los distintos países participantes en el Horizonte 2030. A tal efecto, el Gobierno de España redacta un plan de acción para su implementación publicado el 18 de julio de 2018 en la que se marca el programa orientado a la acción y la estrategia para la adquisición de estos objetivos. En la primera parte, se estudia el estado de los ODS en España presentando un análisis de la distribución competencial y las políticas públicas e instrumentos ya existentes. En la segunda, se abordan las acciones a través de las cuales se irá poniendo en marcha de forma inmediata la Agenda (Gobierno de España, 2018).

Para orientar los esfuerzos en materia de desarrollo de las ciudades, en el año 2016, se aprueba la Nueva Agenda Urbana en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) celebrada en Quito. En el prólogo del documento publicado por Naciones Unidas (2016), se establece que:

La Nueva Agenda Urbana representa un ideal común para lograr un futuro mejor y más sostenible, en el que todas las personas gocen de igualdad de derechos y de acceso a los beneficios y oportunidades que las ciudades pueden ofrecer, y en el que la comunidad internacional reconsidere los sistemas urbanos y la forma física de nuestros espacios urbanos como un medio para lograrlo.

Se trata de un documento estratégico, de adhesión voluntaria, que presenta la urbanización como un instrumento poderoso para lograr el desarrollo sostenible, tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados, entre los que se encuentra España.

Ese mismo año en la Reunión Informal de Ministros de Desarrollo Urbano de la UE se desarrolla la Agenda Urbana de la Unión Europea en la que se establecen tres objetivos principalmente: Mejorar la regulación comunitaria, sencillez tanto en la gestión y diseño de instrumentos de financiación de la UE y promocionar el intercambio de conocimiento.

Para dar respuesta a estos compromisos internacionales, el centro virtual de publicaciones del Ministerio de fomento, publica el documento Agenda Urbana Española 2019 en el cual se realiza una diagnosis y síntesis territorial de nuestro país. Se establecen 10 objetivos dentro del marco estratégico y modelo territorial y urbano, indicadores de seguimiento y evaluación, así como planes de acción. El gobierno crea una agenda urbana con un Decálogo de Objetivos Estratégicos (DOE) para contribuir con la Agenda 2030 en nuestro ámbito territorial, no como normativa sino como propuesta; según Ministerio de Fomento (2019):

El mundo está viviendo procesos de cambio acelerado y disruptivo sin precedentes, en los que el proceso de urbanización creciente e imparable, el consumo de recursos

naturales, la pérdida de identidad cultural, las nuevas tecnologías digitales, el reto demográfico y la despoblación están generando nuevos paradigmas en muchos aspectos claves para la sociedad.

Por tanto, este documento se publica como marco de referencia y políticas urbanas de carácter social, económico y medioambiental, para poder ponerlas en práctica en cualquier entorno urbano o rural de nuestro País.

De esta forma el gobierno establece una relación entre los Objetivos Estratégicos, los ODS y las metas de la Agenda 2030 y otros proyectos internacionales.

Analizado el documento, se evidencia que el Decálogo de Objetivos Estratégicos integra el concepto simultáneo-ambiental, social y económico de la sostenibilidad (Ministerio de Fomento, 2019).

Dentro del plan de formación para crear conciencia política, técnica y ciudadana y generar conocimiento en relación con el Desarrollo Urbano Sostenible, la Agenda Urbana Española 2019 sugiere:

Plantear ante el Ministerio de Educación y Formación Profesional la posibilidad de incluir proyectos pedagógicos en los centros educativos y de formación, incluyendo edades tempranas, que contribuyan a crear conciencia sobre las ciudades, la convivencia ciudadana, la inclusión social y, en general, la sostenibilidad, de igual forma a como ya se hace con la conservación del medio ambiente o con las campañas periódicas de ahorro del agua y la energía.

Un año antes de la creación de la Agenda Urbana Sostenible del Gobierno Español, se recoge en la primera publicación del compendio de la presente investigación, una estrategia similar que relaciona los objetivos ecourbanos para el desarrollo de un espacio urbano sostenible basados en parámetros ambientales, sociales y económicos con los ODS (Del Cerro y Lozano, 2018), en la misma el ecourbanismo se encumbra no solo como una disciplina imprescindible dentro de la Arquitectura y la Ingeniería Civil para planificar y desarrollar ciudades sino como un instrumento metodológico que implementado en el aula a través del método de proyectos, permita a los alumnos del área STEM, en este caso alumnos de dibujo técnico, aplicar contenidos curriculares para resolver situaciones de su entorno más próximo. Esta experiencia ofrece un aprendizaje-acción centrado en el alumno, su contexto y experiencia previa fomentando el pensamiento reflexivo y el desarrollo de competencias clave para la sostenibilidad siguiendo el enfoque metodológico de la UNESCO.

Tabla 3. Relación entre los objetivos ecourbanos y los ODS

Objetivos ecourbanos	Objetivos de desarrollo sostenible
Aspectos ecológicos	ODS 3 Salud y Bienestar. ODS 6 Agua limpia y saneamiento.
<ul style="list-style-type: none"> - Ciudad de recorrido compendioso. - Elección del área de actuación. - Medios de transporte ambientales. - Descenso de la contaminación atmosférica. - Descenso del nivel de ruido. - Aprovechamiento de la luz natural. - Fomento de la actividad física: carril bici ... - Reutilización de las aguas residuales. 	ODS 7 Energía asequible y no contaminante. ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles. ODS 12 Producción y consumo responsable. ODS 13 Acción por el clima. ODS 14 Vida submarina. ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres. ODS 17 Alianzas para conseguir los objetivos.
Aspectos económicos	ODS 8 Trabajo decente y crecimiento económico. ODS 9 Industria innovación e infraestructura. ODS 2 Hambre cero. ODS 17 Alianzas para conseguir los objetivos.
Aspectos sociales	ODS 1 Fin de la pobreza. ODS 4 Educación de calidad. ODS 5 Igualdad de género. ODS 10 Reducción de las desigualdades. ODS 16 Paz, justicia e instituciones solidarias. ODS 17 Alianzas para conseguir los objetivos.

Un urbanismo equilibrado que identifique un país debe contribuir al desarrollo económico del mismo sin dejar a un lado las exigencias del desarrollo urbano sostenible y esto lleva implícito los tres aspectos clave referidos en la tabla 2.

Uno de los rasgos del urbanismo español de los últimos tiempos ha sido la construcción masiva y desequilibrada de viviendas con el impacto que esto ha supuesto en la estructura y diseño de las ciudades. Las consecuencias de este desarrollo desordenado es la creación de entornos dispersos y difusos que empoderan a los grandes inconvenientes del urbanismo entendido como tradicional. La apuesta ecourbana se enfocaría a

desarrollar de forma conveniente barrios desfavorecidos (aspectos sociales), construcción de espacios públicos de calidad, nuevas comunicaciones donde el protagonista sea el peatón, impulso de la movilidad urbana sostenible, avance de la eficiencia energética, innovación educativa en concienciación sostenible...

A nivel local, cabe destacar que el Ayuntamiento de Murcia plantea un diseño metodológico para la implantación de la Agenda Urbana en el municipio; elabora un plan de acción de 6 fases: programación, identificación, formulación de la Agenda Urbana, ejecución y seguimiento, evaluación y disseminación.

De entre sus proyectos estratégicos Murcia 2020 destacan: recuperación del yacimiento de San Esteban, Cárcel Vieja, Senda Verde, Paseo fluvial “Murcia Río” o la Peatonalización de Alfonso X el Sabio. En el portal <https://www.estrategiamurcia.es/> se recoge el Plan Estratégico Murcia Smart City:

Que fija un recorrido a medio plazo de cómo se quiere hacer Murcia más inteligente, sostenible y amigable. El objetivo es la implantación de un modelo de gestión integrador que optimice los diferentes servicios y recursos municipales, orientando todas y cada una de las áreas hacia el modelo ‘smart’, de manera que el ciudadano no conciba un entramado de servicios estancos e independientes, sino un Ayuntamiento abierto, interconectado, cercano y ágil, orientado a sus necesidades del día a día.

Por tanto, entendiendo el eourbanismo como un instrumento para la planificación de ciudades y metrópolis, que permite la regeneración de las ciudades existentes y para los nuevos desarrollos urbanos siendo seguramente, la herramienta operativa adecuada para la implantación de las agendas urbanas en cualquier parte del mundo (Rueda-Palenzuela, 2019), parece razonable que el Gobierno sugiera en el documento Agenda Urbana Española 2019 que se desarrollen proyectos pedagógicos en los centros educativos y de formación, incluyendo edades tempranas, que contribuyan a crear conciencia sobre las ciudades, la convivencia ciudadana, la inclusión social y, en general, la sostenibilidad.

Es entonces responsabilidad de los centros educativos y por ende de toda la comunidad educativa, el poner en valor estas sugerencias que nacen con la promulgación de los ODS en 2015. Indicaciones de las Naciones Unidas concretadas por la Unión Europea y precisadas de igual modo por el Gobierno de España en 2019. ¿Por dónde empezar? ¿Cómo contribuir como docentes a concienciar a los alumnos sobre las ecociudades, la convivencia social y la sostenibilidad?

Es en el marco de las competencias donde hay que aunar esfuerzos y practicar metodologías innovadoras que permitan a los alumnos, ser competentes en el mundo en el que les ha tocado vivir.

Competencias Clave de la UNESCO para la sostenibilidad

Se me plantea como investigador la manera de contribuir en el aula para lograr concienciar a mis alumnos de que es posible convivir en equilibrio con el mundo que les rodea; que el concepto de desarrollo sostenible, tal y como es descrito en el Informe Brundtland (1987), no es una simple definición que debe caer sobre papel mojado; que un aprendizaje basado en el marco de las competencias clave para la sostenibilidad podría ser viable.

Como docente en el área STEM y dada mi formación en Ingeniería Civil, reflexiono sobre la importancia de la competencia en dibujo técnico para poder llevar a cabo proyectos urbanos sostenibles en mi centro educativo; estudiar las bondades del binomio Ecourbanismo y espacios educativos. Sin embargo, habría que preguntarse si desarrollar contenidos curriculares de esta asignatura es suficiente para poder proyectar desde una perspectiva ecourbana y holística.

Si nos remontamos a la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, General de Ordenación del Sistema Educativo (LOGSE) y la comparamos con la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), encontramos que la asignatura de dibujo técnico permanece en la modalidad de artes, tecnológico y ciencias de la naturaleza y de la salud en la LOGSE mientras que en la LOE aparece en dos de las tres modalidades: arte y ciencias y tecnología. En la LOMCE, está presente en ciencias y artes.

Las asignaturas de dibujo técnico I y II están en la oferta educativa de la Ley Orgánica para la mejora de la calidad educativa, en adelante LOMCE, para los cursos de 1.º y 2.º de bachillerato, así está establecido en los artículos 34.bis y 34. ter.

En el preámbulo IV, la ley establece que (LOMCE, 2013):

Necesitamos propiciar las condiciones que permitan el oportuno cambio metodológico, de forma que el alumnado sea un elemento activo en el proceso de aprendizaje. Los alumnos y alumnas actuales han cambiado radicalmente en relación con los de hace una generación. La globalización y el impacto de las nuevas tecnologías hacen que sea distinta su manera de aprender, de comunicarse, de concentrar su atención o de abordar una tarea.

Podemos destacar 3 elementos clave de la reseña:

- Cambio metodológico.
- El alumno como elemento activo en el proceso Enseñanza-Aprendizaje.
- Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

En el caso que nos ocupa del dibujo técnico, tal y como se establece en el Decreto Curricular de la Región de Murcia (Decreto, 2015) la asignatura se encuentra dentro de la modalidad de ciencias siendo troncal de opción:

Es preciso que el alumnado aborde la representación de espacios u objetos de todo tipo y la elaboración de documentos técnicos normalizados que plasmen sus ideas y proyectos, ya estén relacionados con el diseño gráfico, con la ideación de espacios arquitectónicos o con la fabricación artesanal o industrial de piezas y conjuntos.

Si analizamos los contenidos del área de dibujo técnico, se observa que el Desarrollo Sostenible no se incluye en ninguno de los bloques: Geometría y dibujo técnico, Sistemas de representación y Normalización. El texto sin embargo incluye indicaciones relacionadas con la elaboración de proyectos, así se afirma que:

Se introduce un bloque de contenidos nuevo para la integración de los contenidos adquiridos en la etapa, denominado Proyecto, que tiene como objetivo principal que el alumnado movilice e interrelacione los contenidos adquiridos a lo largo de toda la etapa, y los utilice para elaborar y presentar de forma individual y colectiva los bocetos, croquis y planos necesarios para la definición de un proyecto sencillo relacionado con el diseño gráfico, industrial o arquitectónico.

Es curioso comprobar que el Decreto plantee un aprendizaje por competencias integradas en los elementos curriculares y que el Desarrollo Sostenible tan solo se encuentre tímidamente en algunos bloques de contenidos de las asignaturas de geografía y geología; otras como economía, física, química o diseño, lo nombran en el preámbulo y en algunos criterios de evaluación, pero no en los contenidos propios de las asignaturas. En el resto de asignaturas curriculares, la Educación para el Desarrollo Sostenible no se incluye en uno de los elementos clave en la adquisición de competencias como son los bloques de contenidos.

Si se revisa la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato, observamos que, en el documento, la competencia se conceptualiza como un “saber hacer”:

Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz. Se contemplan, pues, como conocimiento en la práctica, es decir, un conocimiento adquirido a través de la participación activa en prácticas sociales y, como tales, se pueden desarrollar tanto en el contexto educativo formal, a través del currículo, como en los contextos educativos no formales e informales.

Sin embargo, las alusiones al desarrollo sostenible en el marco de las competencias clave es prácticamente inexistente; tan solo en la competencia 2, matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología se indica de forma muy superficial “el sentido de la responsabilidad en relación a la conservación de los recursos naturales y a las cuestiones medioambientales y a la adopción de una actitud adecuada para lograr una vida física y mental saludable en un entorno natural y social”.

Si tras la promulgación de los ODS el 25 de septiembre de 2015 nace una nueva ruta para la sostenibilidad, concretada en 2017 por la UNESCO en el documento “Educación para el Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje” en el cual se dan indicaciones y sugerencias para crear futuros ciudadanos de la sostenibilidad, merece la pena reflexionar si sería necesario incluir como competencia en las normativas y decretos curriculares que rigen la Educación en nuestro país, la competencia sostenible.

Sorprende la cantidad de indicaciones y sugerencias sobre la necesidad de inculcar la sostenibilidad en la sociedad del siglo XXI por parte de entidades, administraciones, organizaciones y gobiernos... y por otro lado comprobar que, desde la educación de calidad, las Leyes, Reales Decretos, Decretos y Órdenes sobre los que se sustentan las labores docentes en todos los tramos educativos desde infantil hasta bachillerato, no ofrezcan una apuesta firme para alcanzar competencias clave para la sostenibilidad.

Alcanzar una competencia sostenible requeriría de una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes adecuadas al contexto de la sostenibilidad. Es necesario actuar desde la educación y activar una conciencia en los alumnos que les permita una transformación natural en la forma de pensar y actuar.

Como exponía anteriormente la UNESCO (2017):

Los sistemas educativos tienen que responder a esta necesidad a la hora de definir objetivos y contenidos de aprendizaje pertinentes, introduciendo pedagogías que empoderen a los alumnos e instando a las instituciones a incluir los principios de la sostenibilidad en sus estructuras de gestión.

Está establecido que las dimensiones de la conciencia ambiental son cuatro: cognitiva, afectiva, conativa y activa. Esta clasificación está relacionada con las ideas o conocimientos, es decir los contenidos, las emociones, conductas y actitudes.

Necesitamos que los alumnos adquieran una conciencia sostenible real si queremos formar a futuros ciudadanos de la sostenibilidad.

Recuerdo la manifestación por el Mar Menor que se celebró en octubre de 2019 por las calles de Cartagena; 55000 personas, entre ellas muchos alumnos de mi centro, coreaban canciones para salvar a La Laguna Salada del maltrato ambiental que ha ido sufriendo a lo largo del tiempo, toda una serie de buenos propósitos por un ecosistema verde y una ciudad sostenible; sin duda la intención era muy positiva. Tan solo había que esperar que la manifestación terminara para observar el estado en el que se encontraban algunas calles por las que horas antes, esos mismos ciudadanos, invadidos por la emoción de luchar por un mundo mejor, mostraban su preocupación por la degradación ambiental y urbanística del Mar Menor, fue muy curioso. Seguramente, ciudadanos con una conciencia sostenible realmente adquirida, no hubieran dejado las calles de la ciudad con un nivel de suciedad tan evidente.

De acuerdo con el último informe de la Sustainable Development Solutions Network (SDSN, 2019), España se sitúa en el puesto 21 del “Índice de los ODS 2019”. Según el

informe, no hay ningún país en el mundo que haya alcanzado todavía los 17 ODS, según REDS (2019) el informe incluye contribuciones del profesor Jeffrey D. Sachs (Universidad de Columbia), de la Oficina del Primer Ministro de Finlandia y del Consejo Empresarial Mundial sobre Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés). Por primera vez, los resultados del estudio han sido auditados estadísticamente por la Comisión Europea. De los datos aportados podemos observar que a fecha de junio de 2019, España no lograría alcanzar ningún ODS en el Horizonte 2030. Los países de entre los 162 del estudio que ocupan los primeros puestos son Dinamarca, Suecia y Finlandia.

No me sorprendieron los datos del informe. Suecia, un país pionero en tomar medidas en concienciación sostenible como se indicó anteriormente, y prácticamente fundador del desarrollo urbano sostenible de las ciudades europeas, se sitúa en el top 3. En Estocolmo, esta concienciación es parte vital de las vidas de sus habitantes; cabe destacar que la Universidad de Lund (Suecia), una de las más antiguas y prestigiosas del norte de Europa, ya ofrece una línea de doctorado bajo la temática de los ODS, ofreciendo investigación científica en el marco de la Agenda 2030.

La vicerrectora adjunta de la Universidad la profesora Sylvia Schwaag Serger afirmó (University World News, 2020):

En este momento de incertidumbre y conflicto y creciente nacionalismo, es una señal fundamental de esperanza de que todos los gobiernos del mundo hayan acordado una agenda para combinar la sostenibilidad social, económica y ambiental para la Agenda 2030. Es una agenda para un cambio transformador para nuestro futuro común.

¿Por qué no seguir el modelo sueco y activar desde edades tempranas conciencia sostenible?

Siendo el ODS 4 “Educación de calidad” sobre el que pivotan el resto de ODS, ¿es viable implementar metodologías en las aulas capaces de trabajar los ODS de manera transversal en el marco de las competencias clave para la sostenibilidad?

CAPÍTULO 2. PROYECTO TÉCNICO ECOURBANO EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estando matriculado del primer año de doctorado, tuve la oportunidad de participar como profesor de secundaria en el área STEM con alumnos de 1.º de Bachillerato de dibujo técnico, en la I Olimpiada de Arquitectura de la Región de Murcia (2018) “Make cool your school”, convocada por la Universidad Politécnica de Cartagena y patrocinada por la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Olimpiadas Científicas de la Región de Murcia, Universidad Politécnica de Cartagena y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación de Cartagena.

El objetivo era el de ofrecer a los alumnos una experiencia en aprendizaje a través de proyectos y trabajo cooperativo, de manera que, partiendo de las instalaciones de su centro, participaran en el proyecto y diseño de nuevos espacios en los que se pudiera aprender mejor juntos. Vi entonces una oportunidad para poder llevar al aula a pequeña escala, los principios del ecourbanismo que tanto añoré en mis inicios profesionales y mediante la metodología de proyectos, aplicar contenidos del currículo oficial y al mismo tiempo concienciarlos sobre la importancia que, como futuros técnicos, tiene la sostenibilidad en el diseño de proyectos urbanos.

La oportunidad no podría haber sido mejor. Trabajar con los alumnos los contenidos y competencias de dibujo técnico a través de un proyecto, participando en una convocatoria que superó todas las expectativas. Veintiséis centros educativos de hasta 15 municipios distintos y 242 alumnos de la Región de Murcia, (Carcelén y García, 2018):

Más allá de estos números, los resultados de los trabajos presentados han sorprendido a los distintos equipos docentes de la olimpiada, por su capacidad para identificar problemas y afrontar su solución considerando las diversas variables propias de la arquitectura. Remitiéndonos a los indicadores recogidos en la rúbrica, las propuestas han destacado por su alcance, originalidad, flexibilidad y factibilidad.

Junto a M.^a José Ruiz Vivancos, profesora del área STEM de mi centro, se decidió ofrecer a los alumnos participar en esta experiencia educativa que sin duda sería todo un reto para ellos, al enfrentarse a su primera experiencia real como futuros alumnos de Ingeniería y Arquitectura. Los alumnos recibieron la noticia con gran entusiasmo y muchos mostraron su interés en la convocatoria.

Durante varios meses, los alumnos fueron elaborando las fases del proyecto.

En primer lugar, se les planteó un reto; diseñar un espacio de oportunidad sostenible en el centro escolar que fomentara las relaciones sociales y las condiciones del entorno dando solución a los problemas detectados; espacios no accesibles, zonas inutilizadas, escasez de zonas verdes entre otras. Para ello, en la primera fase de análisis de estado actual, realizaron una investigación sobre los antecedentes históricos y urbanos del colegio y analizaron fotografías obtenidas fruto de la investigación. Trabajaron minuciosamente la construcción original, los materiales empleados y las posibles

técnicas constructivas empleadas en su momento. De esta forma pretendían comprender mejor su entorno y tener en cuenta ese contexto en la nueva propuesta que posteriormente realizarían.

Seguidamente realizaron un recorrido, examinando todas las posibles zonas del colegio susceptibles de actuación, lo que en Ingeniería llamamos “trabajo de campo”. Para ello recopilamos los planos antiguos de los que disponían y comenzaron a diseñar actualizaciones de los mismos para poder estudiar distintas opciones. En esta fase, los alumnos trabajaron contenidos curriculares relacionados con la croquización, elaboración de planos y acotación.

Igualmente, procedieron en las instalaciones exteriores del colegio, patio, pistas deportivas etc. Realizaron los estudios previos diseñando zonas exteriores del colegio que pudieran dar solución al problema planteado, poniendo en práctica los contenidos previamente explicados en clase, tales como representar formas tridimensionales sencillas a partir de perspectivas, fotografías, piezas reales o espacios del entorno próximo. Siempre tuvieron presente los principios clave del ecourbanismo y estudiaron opciones que permitieran aunar aspectos sociales, ambientales y económicos. Antes de iniciar el proyecto, desarrollé con ellos varias sesiones para esbozar las características principales, así como las bondades e importancia del equilibrio en el diseño urbano sostenible.

Tras este inicio, comprendieron la importancia social del proyecto y decidieron contar con todos sus compañeros y comunidad educativa. Los alumnos realizaron entrevistas a sus amigos y entorno para conocer sus inquietudes y sugerencias, de esta manera fueron tomando conciencia de la trascendencia de “contar con los demás” con sus motivaciones y necesidades, aspecto social principal del ecourbanismo; diseños centrados en el peatón. Mediante diagramas de flujos elaborados con maquetas e hilos de color, analizaron los espacios del centro más y menos transitados por sus compañeros y evaluaron decisiones futuras del proyecto teniendo en cuenta las necesidades de la comunidad educativa, evaluando los posibles impactos de su decisión. Mediante lluvia de ideas y puestas en común, reflexionaron sobre la mejor elección del espacio de oportunidad sostenible poniendo en valor el componente social imprescindible en la EDS. De la misma forma, tuvieron en cuenta y valoraron aspectos relacionados con la accesibilidad y movilidad del futuro espacio de convivencia, se fijaron en los posibles obstáculos, recorridos y dimensiones, rampas, escalones... debatiendo entre ellos acerca de la significación de la supresión de barreras arquitectónicas en este tipo de proyectos. A tal efecto se les explicó de forma general los principios que rigen la movilidad urbana sostenible y la necesidad de proyectar espacios para todos sin que nadie quede atrás, siendo éste, uno de los pilares sobre los que se sustenta la Agenda 2030.

Finalizada esa primera parte del proyecto, los alumnos resolvieron parte de los problemas que se les plantearon en origen: Seleccionar la mejor zona del colegio para diseñar el espacio de convivencia. Eligieron la zona menos transitada por la comunidad educativa, un espacio con gran soleamiento natural, comprobaron la accesibilidad y

movilidad de la zona, un entorno que les permitiera proyectar zonas de descanso, de relación y zonas verdes y, por último, la reubicación de la pista deportiva que ocupa el área de actuación. Elegida esta zona, se pusieron en marcha.

Tras esta fase, comenzó la lluvia de ideas del equipo para darle forma a su proyecto. Los alumnos debatieron sobre en qué inspirarse para proyectar su espacio de oportunidad, quisieron personalizarlo. Conversando entre ellos, llegaron a la conclusión de que eran de Cartagena, ciudad marítima más importante de la Región y de que sus vidas estaban ligadas al entorno marino. En el comienzo surgían ideas, croquis y bocetos de unas “futuras gradas ergonómicas” inspiradas en las olas del mar. Pasearon por la ciudad y admiraron la arquitectura marinera propia de Cartagena; les orienté a reflexionar sobre el tipo de espacio en el que querían relacionarse y les invité a observar su entorno y hacer una valoración pausada de Cartagena, sus costumbres, su ambiente. En su visita por la ciudad analizaron, cómo se ha desarrollado en aspectos relacionados con los espacios verdes, accesibilidad y transportes entre otros.

Los alumnos pensaron colocar pérgolas en un principio para ofrecer zonas de sombra, pero finalmente entendieron que el ecourbanismo es importante a la hora de proyectar y decidieron colocar cables de acero y suspendidos de los mismos, tejidos fotovoltaicos para aprovechar la luz solar, tan presente en Cartagena. Los cables de acero les permitirían de la misma forma, colgar sus futuros trabajos como puntos de exposición. La forma triangular de los tejidos fotovoltaicos se inspiró como la grada en el ambiente marino simulando velas de barcos.

Finalmente proyectaron una grada ergonómica. Mediante esta proyección los alumnos trabajaron elementos curvos, enlaces y tangencias tanto en planta como en alzado partiendo de sus ideas y conocimientos previos. En los primeros diseños en los que se inspiraron los alumnos, se podía observar la evolución de sus ideas y la transición de las ondas que comenzaron siendo totalmente curvas y que decidieron moldearlas para favorecer espacios donde poder tumbarse para poder descansar, leer o simplemente relajarse. Estos dibujos fueron el origen de la futura grada proyectada. Se interesaron en los tipos de materiales para poder ejecutar la grada y decidieron elegir materiales de construcción ecológicos.

Por último, diseñaron un espacio de juegos inspirado en el medio ambiente y la naturaleza. Diseñaron una oca en el suelo, juego tradicional por excelencia, inspirados en un amonite. Junto a estos juegos, árboles y parterres con tierra vegetal ofrecían un entorno ecológico y agradable. Como pavimento, utilizaron caucho ecológico para la zona de juegos siendo el resto hormigón en masa. Mediante esta proyección, los alumnos trabajaron la creatividad y la capacidad de comunicar y expresar sus inquietudes. Alrededor de la zona proyectada colocaron un imbornal para recoger el agua de lluvia que por escorrentía y, tal como están las pendientes, discurre en la zona. Su idea era poder recoger esa agua, para reutilizarla en el colegio en proyectos posteriores.

El diseño del proyecto se vio reforzado por el uso de las TIC. Los alumnos trabajaron varios programas CAD para distintos propósitos; trabajaron la cartografía en planta, cotas, escalas y perfiles longitudinales del terreno, así como, la elaboración de los planos de situación, emplazamiento y planta de estado actual. Por último, utilizaron el geoportal Urbanismo Cartagena con el que afianzaron sus conocimientos sobre ortofotos, imágenes satélite y cartografía catastral. Mediante el software Sketchup diseñaron un modelo 3D dándole mucho realismo a su propuesta. En este proceso los alumnos pudieron desarrollar su competencia digital mejorando su capacidad espacial. En esta fase eligieron cromatismos y texturas fomentando su creatividad e imaginación.

Con el fin de cerrar el proyecto, elaboraron una maqueta que incluía todos los elementos diseñados manual y digitalmente que presentaron al tribunal. Tras el fallo del mismo, valoraron muy positivamente el esfuerzo y el realismo del trabajo hecho.

Esta experiencia permitió a los alumnos conocer las bondades del ecourbanismo en la proyección de espacios urbanos, poner en valor el trabajo cooperativo y activar competencias clave para la sostenibilidad. Resolvieron un problema real basándose en sus conocimientos previos y aplicando contenidos curriculares desarrollando actitudes y capacidades dentro del marco de la sostenibilidad. Fomentaron las relaciones entre ellos trabajando en equipo, solucionándose en ocasiones problemas los unos a los otros, fomentando el compañerismo y la cooperación en la búsqueda de un objetivo común; trabajaron transversalmente muchos de los ODS, especialmente el ODS 11.

Desarrollaron la creatividad y cambiaron la percepción que tenían de su ciudad y la importancia del componente social, ambiental y económico del entorno en el que vivían.

La exposición final ante el tribunal en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación de Cartagena, puso en valor sus cualidades comunicativas, así como su madurez a la hora de exponer. Mediante una presentación de PowerPoint, defendieron en público un trabajo en el que habían puesto, meses atrás, todo su interés, conocimientos y habilidades.

La experiencia presentada en esta investigación recibió el fallo del tribunal como primer premio, recibiendo los alumnos la medalla de oro en la I Olimpiada de Arquitectura de la Región de Murcia.

Finalizada la experiencia en mayo de 2018, los alumnos fueron evaluados en junio, convocatoria ordinaria de la asignatura de dibujo técnico mediante una prueba escrita final en la que se pudo comprobar cómo los alumnos que realizaron el proyecto técnico, obtuvieron mejores resultados que el resto de alumnos de la clase. Esto llevó en el segundo artículo de la investigación a concluir que este tipo de proyectos implementados en el aula, permiten afianzar contenidos curriculares y mejorar notablemente resultados académicos.

CAPÍTULO 3. JUSTIFICACIÓN DE LA UNIDAD CIENTÍFICA DE LA TESIS Y

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación de la unidad científica de la tesis

La Educación para el Desarrollo Sostenible es un concepto sobre el cual se ha estudiado, publicado e investigado a lo largo del tiempo. La intención de satisfacer nuestras necesidades presentes en el mundo en el que vivimos sin comprometer las posibilidades de futuras generaciones, es un anhelo que posee el ser humano desde tiempos pretéritos. Sin embargo, las ineptitudes a las que nos enfrentamos en nuestros días no son pequeñas; a la ausencia de competencias, actitudes y conductas sostenibles que parece inmanente al ciudadano del siglo XXI, hay que sumar el concepto de ciudad tradicional, núcleo vital en el que nos relacionamos y en la cual convivimos con factores de stress, que hacen de nuestras ciudades un total desintegrado. Este concepto clásico de ciudad se aleja de las cosméticas innovadoras ecourbanas, que ofrecen espacios de convivencia donde coexisten conjuntamente aspectos sociales, ambientales y económicos; en definitiva, entornos en los que es posible vivir en equilibrio. Estas ecociudades facilitan un desarrollo vital coherente con los deseos que antes mencionaba.

Si algo caracteriza al ecourbanismo es crear espacios cuyo protagonista es el desarrollo vital del ciudadano, y por otro lado acentuar el equilibrio que debe existir entre el medio ambiente y el desarrollo económico de esa ciudad abierta al diálogo, centrada en el pensamiento de Ortega y Gasset donde el elemento fundamental es la plaza. “Ésta es ante todo un lugar para el diálogo, el debate y por qué no la retórica y la política”; sin lugar a dudas, el ciudadano es un ser de relación.

Si el entorno en el que vivimos nos permitiera desarrollar nuevos estilos de vida y una transformación en nuestra forma de pensar y actuar, podríamos preguntarnos qué mecanismos hemos de activar para ofrecer una Educación de Calidad en las aulas que posibilite la adquisición de nuevas competencias; un nuevo escenario educativo para enseñar a futuros ciudadanos que, en convivencia con su entorno, puedan desarrollar una vida sostenible y próspera para todos ahora y en el futuro.

Está globalmente establecido por informes, estudios y es extensible en el saber común que temas como el cambio climático, las emisiones, la desertización, las desigualdades sociales y económicas son solo algunos de los grandes desafíos presentes de la humanidad.

Vista esta realidad en mi entorno más próximo, planteo como tema principal de mi investigación qué metodologías de trabajo e instrumentos se podrían implantar en el aula para poder alcanzar las competencias clave de la UNESCO para la sostenibilidad que permitan un aprendizaje transformador en mis alumnos.

Retomando la importancia del ecourbanismo dentro del ámbito de la Ingeniería Civil y la Arquitectura a la hora de proyectar ciudades y por tanto entornos donde el ser humano vive y se desarrolla, es necesario estudiar el concepto de ciudad. Una ciudad se

puede estudiar desde varios ángulos; desde la historia, la economía, la política, el arte, la ingeniería y arquitectura. Y realmente, éstas no serían las únicas perspectivas posibles, porque la ciudad, “las más comprensiva de las obras del hombre lo reúne todo, y nada que se refiera al hombre le es ajeno”. Si analizamos estas palabras de Walt Whitman, ciertamente todo lo que le afecta al hombre, afecta a la ciudad. No podemos olvidar que el hombre es un ser de relación y la ciudad es en definitiva un espacio en el que el hombre interactúa y se desarrolla como persona.

La creación de ambientes sostenibles capaces de facilitar nuevos estilos de vida, se considera por tanto vital; espacios que alienten una transformación en la manera de actuar y de pensar en los ciudadanos. Las ecociudades son vitales porque ofrecen asentamientos sostenibles, un equilibrio con el medio ambiente, eficiencia desde el punto de vista energético y del transporte, flujos de materiales y estructuras cuyas características se ajustan a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, adoptados por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 25 de septiembre de 2015; más concretamente al ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”.

Esta investigación por compendio está formada por cuatro publicaciones entre septiembre de 2018 y marzo de 2020. El hilo conductor de la investigación está basado en el proyecto técnico ecourbano implementado en el aula como medio de aprendizaje para potenciar el rendimiento y la concienciación sostenible de los alumnos de dibujo técnico a través del enfoque metodológico propuesto por la UNESCO en 2017 que permita alcanzar competencias clave para la sostenibilidad.

De esta forma, en la primera investigación se desarrolla un marco teórico centrado en el ecourbanismo como área de conocimiento dentro de la Ingeniería Civil y Arquitectura, desde el concepto de ciudad clásica y mediterránea centrada en el pensamiento de Ortega y Gasset, pasando por la gran ciudad de la sociedad industrial hasta describir la ciudad educativa. Por otro lado, se lleva a cabo un recorrido sobre la Educación para el Desarrollo Sostenible desde 1977, cuando tiene lugar la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental organizada por la UNESCO con la colaboración del PNUMA en Tbilisi, hasta nuestros días en la que está en vigor la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. El eje vertebrador del artículo, es la relación entre los parámetros en la creación de un proyecto ecourbano sostenible, con los objetivos a alcanzar en la proyección de la ecociudad. Por último, la investigación relaciona estos objetivos con los 17 ODS agrupados en tres aspectos claves para la sostenibilidad: ambientales, económicos y sociales (principios básicos del ecourbanismo). Se concluye el documento evidenciando la potencialidad de los proyectos técnicos ecourbanos, los cuales permiten alcanzar, expandir e implantar los ODS en el aula.

En la segunda investigación se lleva a cabo la experiencia docente a través del proyecto técnico ecourbano realizado por los alumnos mediante la metodología de proyectos. A través de cada una de las fases, se desarrollan competencias descritas en la LOMCE tales como la creatividad, el pensamiento crítico, el uso de las tecnologías de la

información y la comunicación (TIC) en el aula, poniéndose en valor los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Finalizada la experiencia, se mide el rendimiento de los alumnos de la clase que han elaborado el proyecto (muestra del estudio) frente al resto a través de un método cuantitativo experimental, y se evidencia una mejora en sus calificaciones finales de la asignatura. Se concluye la investigación aportando que el proyecto técnico ecourbano es un instrumento potenciador del aprendizaje, que ha permitido a los alumnos de dibujo técnico, trabajar contenidos curriculares tales como croquización, geometría plana y sistemas de representación.

En la tercera investigación se realiza un estudio sobre la evolución de nuestro país en los indicadores de consecución de los ODS realizados por REDS en estrecha colaboración con las agencias de la ONU, los cuales muestran resultados curiosos. Desde la promulgación de los ODS en 2015, nuestro país ha ido mejorando en las calificaciones obtenidas de las evaluaciones anuales realizadas por la organización, acercándose tímidamente a la consecución de algunos ODS en el Horizonte 2030. Los resultados de la investigación apuntan a que esta mejora a lo largo de los 4 años posteriores al inicio de la Agenda no es significativa.

En la última investigación, se comienza con una revisión del estado de consecución de los ODS en nuestro País desde 2015 hasta nuestros días, evidenciando que, a día de hoy, España no alcanzaría ningún ODS en el Horizonte 2030. En concreto el ODS 11 “Ciudades y Comunidades Sostenibles” no se posiciona entre los ODS mejor valorados en el ranking. En la investigación se relacionan las metas establecidas en cada una de las fases del proyecto detalladas en el segundo artículo, con los objetivos de aprendizaje cognitivos, socioemocionales y conductuales así como con las competencias clave para la sostenibilidad descritos por la UNESCO en 2017 para el ODS 11. A través del enfoque y método de aprendizaje para este ODS, se cierra esta tercera parte de la investigación en la cual, mediante la implementación del proyecto técnico ecourbano en el aula, los alumnos han reforzado los 15 Objetivos de aprendizaje para el ODS 11 adquiriendo las 8 competencias clave para la sostenibilidad. Se cierra el último capítulo midiendo, con fines meramente informativos, el nivel de concienciación sostenible de los alumnos un año tras haber realizado la experiencia mediante un instrumento de medición, la Escala Nuevo Paradigma Ecológico Revisada. Mediante un estudio cuantitativo se percibe que la mayoría de los alumnos posee una percepción ecocentrista.

Por tanto, desde octubre de 2017 hasta marzo de 2020 se realiza una investigación por compendio cuya unidad científica está basada en el proceso enseñanza-aprendizaje del área de dibujo técnico a través del ecourbanismo en el marco de las competencias clave de la UNESCO para la sostenibilidad. Definido el instrumento basado en principios ecourbanos, se implementa en el aula trabajando contenidos curriculares de dibujo técnico mediante el enfoque metodológico propuestos por la UNESCO y alcanzamos: mejoras en el aprendizaje, consecución de competencias clave para la sostenibilidad y objetivos de aprendizaje cognitivos, socioemocionales y conductuales en los alumnos.

Objetivos generales de la investigación

Una vez identificado y entendido el problema que se desarrolla en el contexto y antecedentes de este trabajo y tras la formulación de la pregunta general de la investigación, se procedió a la revisión de fuentes bibliográficas y formulación de los objetivos específicos de la tesis.

Los objetivos generales de las publicaciones son los siguientes:

* Justificar la potencialidad del instrumento innovador propuesto (el ecurbanismo) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las materias STEM apoyado en herramientas de diseño avanzadas (GIMP, Goolzoom y Sketchup), a la vez que contribuye desde la educación a la implantación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el aula.

*Analizar si el ecurbanismo a través de proyectos técnicos apoyados en las TIC, e implementados en el aula con alumnos de bachillerato de la asignatura de dibujo técnico, es un instrumento metodológico que ofrece una mejora significativa tanto en la motivación como en el aprendizaje de los alumnos en el área.

*Observar si al desarrollar un proyecto técnico ecurbano en el aula, utilizando el enfoque metodológico propuesto por la UNESCO (2017), se refuerzan los objetivos de aprendizaje (cognitivos, socio-emocionales y conductuales) así como las competencias clave establecidas por la UNESCO para el ODS 11, ciudades y comunidades sostenibles, y así poner en valor la Educación para el Desarrollo Sostenible.

Como resumen global de los objetivos de la tesis, podríamos decir que se ha tratado de estudiar el proyecto técnico ecurbano como instrumento en el proceso de enseñanza-aprendizaje para, siguiendo el enfoque metodológico de la UNESCO, potenciar la adquisición de contenidos del área de dibujo técnico alcanzando competencias clave para la sostenibilidad.

CAPÍTULO 4. PUBLICACIONES

Estudio de un caso de enseñanza de materias STEM a través del eourbanismo apoyado por herramientas avanzadas de diseño, en el horizonte 2030 de objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Study of a case of teaching STEM subjects through eourbanism supported by advanced design tools, in the 2030 horizon of sustainable development goals (SDGs).

Francisco del Cerro Velázquez.
Universidad de Murcia. Murcia, España
fcerro@um.es

Fernando Lozano Rivas.
Universidad de Murcia. Murcia, España
fernando.lozano@um.es

Resumen

En el artículo se propone una práctica innovadora en la enseñanza-aprendizaje de las materias STEM, en concreto se propone el eourbanismo como instrumento metodológico apoyado en herramientas de diseño avanzadas (GIMP, Goolzoom y Sketchup) y, a su vez, se justifica su contribución, desde la educación, a la penetración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la sociedad. En este sentido, la resolución 70/01 de la Asamblea General de las Naciones Unidas propone la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Se formulan 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) necesarios para alcanzar dicho estado de equilibrio. En el artículo se justifica la importancia del ODS 4 (Educación de Calidad) para alcanzar, expandir e implantar de forma efectiva el resto de ODS y se evidencia la potencialidad del eourbanismo como instrumento metodológico que desde la educación permitirá esta idea. Para ello se analiza cómo, con el eourbanismo y su relación intrínseca con la educación ambiental, es posible trabajar en el aula los ODS y alcanzar los objetivos de las materias curriculares favoreciendo el desarrollo de las nuevas generaciones, con una actitud crítica y positiva con el Desarrollo Sostenible. De acuerdo con lo expuesto, se relacionan los objetivos de desarrollo sostenible con los objetivos eourbanísticos de una ecociudad. Finalmente, se aplica esta práctica innovadora mediante el siguiente caso: Proyección y desarrollo de espacios de oportunidad en un centro educativo; proyecto mediante el cual, alumnos de la asignatura de Dibujo Técnico 1.º de bachillerato del colegio La Inmaculada de Cartagena, participaron en la I Olimpiada de Arquitectura de la región de Murcia (2018) “Make Cool Your School” (2018).

URL

<https://revistas.um.es/red/article/view/351501>

Proyecto Técnico Ecourbano apoyado en las TIC para el aprendizaje STEM (Dibujo Técnico) y la consolidación de los ODS en el aula.

Ecourban Technical Project supported by ICT for STEM learning (Technical Drawing) and the consolidation of SDG in classroom

Francisco del Cerro Velázquez.
Universidad de Murcia. Murcia, España
fcerro@um.es

Fernando Lozano Rivas.
Universidad de Murcia. Murcia, España
fernando.lozano@um.es

Resumen

El objetivo del presente artículo es presentar los resultados de aprendizaje con estudiantes de Dibujo Técnico en primer curso de bachillerato, como consecuencia de la realización de un Proyecto Técnico Ecourbano apoyado en las TIC. A lo largo del proceso, los participantes han desarrollado competencias descritas en la LOMCE tales como el fomento de la creatividad, el pensamiento crítico, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el aula y han puesto en valor los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), trabajando los contenidos establecidos en el decreto curricular tales como geometría plana, croquización y sistemas de representación. Mediante un método cuantitativo experimental, la investigación muestra resultados que evidencian una mejora significativa tanto en la motivación como en el aprendizaje del alumnado en el área. La experiencia ha permitido comparar el rendimiento académico de los alumnos que participaron en el proyecto frente al resto, evidenciando una mejora notable de los primeros en sus calificaciones a finales de curso y, por tanto, ha posibilitado considerar la potencialidad del proyecto técnico ecourbano como medio de aprendizaje e instrumento de evaluación en el área de Dibujo Técnico.

URL

<https://revistas.um.es/red/article/view/385121>

INNOVACIÓN DOCENTE E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS, INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Francisco Javier Egea González

José Jesús Gázquez Linares

María del Mar Molero Jurado

María del Mar Simón Márquez

África Martos Martínez

Ana Belén Barragán Martín

Nieves Fátima Oropesa Ruiz

José Gabriel Soriano Sánchez

(Eds.)

ISBN: 978-84-1324-559-1

Dykinson, S.L.

© Los autores. NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los textos publicados en el libro “Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura”, son responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar, así como los referentes a su investigación.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid

Teléfono (+34) 91 544 28 46 - (+34) 91 544 28 69

e-mail: info@dykinson.com

<http://www.dykinson.es>

<http://www.dykinson.com>

Consejo Editorial véase www.dykinson.com/quienessomos

ISBN: 978-84-1324-559-1

Preimpresión realizada por los autores

CAPÍTULO 74

LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE A ESTUDIO: EL PROYECTO TÉCNICO ECOURBANO COMO MÉTODO DE APRENDIZAJE PARA EL ODS 11

FERNANDO LOZANO RIVAS
Universidad de Murcia

RESUMEN

En el presente estudio se hace un recorrido del concepto de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental desde su origen hasta la promulgación en 2015 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El objetivo principal de la presente investigación es analizar la tendencia de las evaluaciones de los ODS en nuestro país realizadas por la UNESCO entre 2017 y 2019. Por otro lado, se pone en valor el Proyecto Técnico Ecurbano como método de aprendizaje para el ODS 11 “ciudades y comunidades sostenibles”, trabajando el resto de ODS de forma transversal y ofreciendo posibles mejoras metodológicas en el logro de dichos objetivos para el horizonte 2030.

Mediante un método cualitativo correlacional, se estudian los resultados obtenidos relacionando las evaluaciones anuales que desde 2017 la UNESCO ha realizado en nuestro país a cada uno de los ODS. El estudio muestra que no existe una relación significativa entre la mejora de las calificaciones obtenidas y el paso del tiempo. Por otro lado, se presenta una tabla que relaciona los objetivos ecurbanos que se persiguen en la proyección de un espacio de oportunidad con los ODS, base metodológica para poder llevar a cabo un proyecto técnico ecurbano en el aula y así tal y como establece la UNESCO implementar el aprendizaje de los ODS en los centros educativos.

URL

<http://www.dykinson.es>

Article

Education for Sustainable Development in STEM (Technical Drawing): Learning Approach and Method for SDG 11 in Classrooms

Francisco Del Cerro Velázquez  and Fernando Lozano Rivas *

Department of Electromagnetism and Electronics. Faculty of Chemistry, Campus of Espinardo, 5, 30100 Espinardo, Murcia, Spain; fcerro@um.es

* Correspondence: fernando.lozano@um.es

Received: 21 January 2020; Accepted: 17 March 2020; Published: 30 March 2020



Abstract: Five years after proclamation of the Sustainable Development Goals promoted by the United Nations, Spain joined this process of transforming the world socially, economically, and environmentally. This research covers the route taken and results obtained during subsequent years in Spain and proposes, as a general objective, to observe whether it is feasible to work in the technical drawing classroom on a techneco-urban project, following the learning approach and method proposed by the United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO) in 2017 Education for Sustainable Development Goals: Learning objectives, in order to reinforce cognitive, socio-emotional, and behavioral objectives, as well as the key competences established in Sustainable Development Goal 11. The phases of the project were related to the learning objectives and key competences, the results of which were complemented by a questionnaire that provided information on the sustainable consciousness of the students after completing the project, and could serve as a starting point for future educational projects. We agree with other authors, and in particular with UNESCO, that the implementation of this type of project in the classroom is a key learning method for SDG.

URL

<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/7/2706>

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES FINALES Y PERSPECTIVA DE FUTURO

Tras esta experiencia y visto el nivel de entusiasmo, aprendizaje y respuesta de los alumnos, se abrió la oportunidad de realizar esta tesis doctoral. Mi director y yo decidimos entonces seguir esta línea de investigación educativa que encumbraría al ecourbanismo como una disciplina que, implementada en el aula mediante el enfoque metodológico adecuado, permitiría alcanzar en los alumnos refuerzo curricular y competencias clave para la sostenibilidad y así empoderar a los alumnos a volverse ciudadanos activos y sostenibles capaces de valorar la importancia del concepto de Desarrollo Sostenible, de poner soluciones a los desafíos del mundo en el que viven y de anteponer las necesidades del bien común frente a las propias.

Se abría entonces una oportunidad de estudiar una posible vía de potenciar la sostenibilización curricular en contenidos del área de dibujo técnico. Esta investigación por tanto materializa y concreta a las indicaciones y sugerencias educativas iniciadas:

- En 2015 con la promulgación de los ODS y la Agenda 2030.
- En 2016 con La Nueva Agenda Urbana en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) celebrada en Quito.
- En 2017 con el documento Educación para el Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje de la UNESCO.
- En 2019 con La Agenda Urbana Sostenible 2019 del Gobierno de España.
- Agenda Urbana Murcia 2030.

Conclusiones finales

Finalizada la investigación, se abre un nuevo marco educativo en el área de dibujo técnico y nuevas perspectivas de futuro en la adquisición de competencias clave para la sostenibilidad mediante el aprendizaje basado en proyectos.

Parece que, en los últimos años, la supervisión y evaluación de la EDS muestran que ha habido un pequeño avance en la integración de la misma en las políticas educativas. Según la UNESCO (2014), “[e]l proceso de reorientación de las políticas educativas hacia el desarrollo sostenible en muchos países se encuentra en curso, aunque el progreso sigue siendo desigual”.

A lo largo de los meses que duró el proyecto a través de las cuatro fases (antecedentes y análisis de estado actual; estudio social y viabilidad de la zona de actuación; conociendo tu ciudad, planteamiento del diseño del espacio de convivencia; diseño del espacio de convivencia. CAD y maqueta 3D) los alumnos mejoraron sus rendimientos académicos frente al resto de la clase que no hizo el proyecto, a través de una pedagogía orientada a la acción pues en cada fase del proyecto alcanzaron objetivos de aprendizaje para el ODS 11 (cognitivos, socioemocionales y conductuales) así como las 8 competencias

clave para la sostenibilidad. Por ello, podemos afirmar que, tras la experiencia, los alumnos han trabajado las cuatro dimensiones de la conciencia ambiental: cognitiva, afectiva, conativa y activa, y por tanto ofrecemos una respuesta educativa que permite formar “futuros ciudadanos para la sostenibilidad” que mediante este aprendizaje transformador les haga reflexionar sobre la importancia de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Estas conclusiones globales unifican las siguientes conclusiones parciales.

Los resultados de la presente investigación explicitan la potencialidad del ecourbanismo como instrumento metodológico que, a través del proyecto técnico implementado en el aula, ha permitido trabajar transversalmente con los alumnos los ODS, especialmente el ODS 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles. De esta forma, se establece un nuevo enfoque para trabajar la EDS en el aula mediante el método de proyectos para las materias STEM. Asimismo, esta metodología transformadora e innovadora apoyada en las TIC, ha reforzado la competencia digital en el alumnado desarrollando en ellos nuevas estrategias para resolver problemas de su entorno fortaleciendo contenidos curriculares así como capacidad espacial al haber trabajado con programas CAD en 3D.

Por otro lado, el análisis de los resultados obtenidos permite afirmar las bondades del proyecto técnico ecourbano como instrumento metodológico en el desarrollo de capacidades, adquisición de contenidos y mejora del rendimiento académico en el área de dibujo técnico, favoreciendo la motivación del alumnado. Del mismo modo, es importante señalar que esta experiencia educativa ha posibilitado mejoras significativas en el nivel de concienciación ambiental de los participantes. Por tanto, podemos sostener que propuestas didácticas similares mediante el enfoque metodológico propuesto por la UNESCO en 2017 logran un nivel de competencias, actitudes y conductas en el alumnado que lo encumbran como futuros ciudadanos de la sostenibilidad.

El capítulo de libro que complementa a los tres artículos del presente compendio nos muestra certezas que como educadores no podemos eludir. España ha iniciado la ruta hacia la sostenibilidad mediante un plan de acción que cada comunidad autónoma va concretando a diferentes ritmos. Las últimas publicaciones evidencian que vamos avanzando en el propósito de obtener los 17 ODS en el Horizonte 2030; sin embargo, el análisis de resultados muestra que no existe una relación significativa en el paso del tiempo con la mejora de las evaluaciones obtenidas. Esto nos debe hacer reflexionar acerca de nuevas vías de actuación que puedan mejorar nuestras evaluaciones de cara al futuro. Es responsabilidad de los Gobiernos el determinar planes eficaces que se desarrollen de forma organizada y permitan una mejora de nuestras evaluaciones en el ranking, como sucede en países como Suecia, Dinamarca o Finlandia, los cuales siguen en la parte alta de la clasificación año tras año, siendo los países que más cerca están de alcanzar los 17 ODS en el año Horizonte. Como docentes e investigadores es nuestra responsabilidad crear nuevas iniciativas que, como la presente en esta investigación, permitan mejorar competencias clave para la sostenibilidad de nuestros alumnos.

Mejorar la conciencia sostenible de la sociedad ayudaría, sin lugar a dudas, a subir en el ranking de las evaluaciones anuales de REDS.

Perspectiva de futuro

La experiencia educativa plasmada en la presente investigación, plantea nuevas perspectivas de futuro en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el área de dibujo técnico en el marco de la sostenibilidad. Este tipo de aprendizaje basado en el proyecto técnico mediante trabajo colaborativo transforma la manera de enseñar y potencia la conciencia sostenible, formando así a futuros ciudadanos de la sostenibilidad.

Es fundamental que las entidades educativas tomen cartas en el asunto y se establezcan alianzas de colaboración entre empresas, centros educativos y universidades con vista a desarrollar proyectos educativos y de acción social para impulsar la Educación para el Desarrollo Sostenible.

Un ejemplo de ello es el convenio que se estableció entre La Alianza Francesa de Cartagena y El Colegio La Inmaculada de Cartagena. En el curso 2019/2020 se realiza un proyecto educativo sin ánimo de lucro entre ambas entidades que lleva por título, Educación para el Desarrollo Sostenible: sensibilización desde una perspectiva bilingüe, en la cual se realizaron conferencias y workshops relacionados con los 17 ODS. Ponentes de la Universidad de Murcia y de los Hospitales General Universitario Virgen de la Arrixaca y Reina Sofía de Murcia ofrecieron formación transversal relacionada con los ODS y un profesor nativo de la Alianza Francesa realizó workshops mediante trabajos colaborativos muy valorados por la entidades participantes y por los alumnos, los cuales y tras la experiencia, mostraron su motivación y nueva perspectiva en su visión social, ambiental y económica de su entorno, empleando el francés como lengua vehicular.

Estas experiencias permiten trabajar competencias clave de la UNESCO para la sostenibilidad y sería interesante que desde los gobiernos se realizara una apuesta firme y un apoyo económico para impulsar estas actividades y así implementar el aprendizaje de los ODS a través de la EDS. Para ello es necesario integrar la EDS en las políticas públicas y programas educativos; activar una competencia sostenible en los currículos educativos oficiales. Garantizar una coherencia de políticas entre los sectores educativos y del desarrollo sostenible desde lo local a lo general en contextos formales e informales es crucial para lograr esa integración. Al respecto, la UNESCO (2014c:36) afirma que:

Los planes de estudio tienen que garantizar que todos los niños y jóvenes aprendan no solo habilidades básicas, sino también habilidades transferibles, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el activismo y la resolución de conflictos, para ayudarlos a convertirse en ciudadanos globales responsables.

Finlandia, país situado en el top 3 del ranking del último informe de la Sustainable Development Solutions Network, es un claro ejemplo de la integración de la EDS en los

planes de estudios. En este caso, desde 2017, este país ha establecido una reforma de los planes nacionales de estudio para la educación preescolar y básica. Pero no es el único país europeo en implementar estas medidas. En 2016, el marco curricular de Alemania para la EDS contiene, temas, competencias y ejemplos concretos en educación primaria, todas las materias de estudio de la educación secundaria y capacitación profesional (KMK/BMZ, 2016).

El apoyo para los docentes en el aula es vital. Establecer mecanismos de ayuda para un intercambio de conocimientos y experiencias es necesario para poder integrar la EDS en la formación docente. Pero no solo necesitan formación en EDS sino también en competencias generales para la sostenibilidad, es decir, que el docente sea capaz de enseñar y ayudar a otros a desarrollar competencias de sostenibilidad a través de la innovación en el proceso enseñanza-aprendizaje. Como perspectiva de futuro se sugiere activar este “saber hacer” en la formación inicial del profesorado. De esta forma, es posible que estos docentes se involucraran en estos proyectos de acción sostenibles. La UNESCO establece 11 objetivos de aprendizaje para los docentes con el fin de promover la EDS (ver anexo 3).

Si entendemos el urbanismo como una disciplina de la Arquitectura e Ingeniería Civil, la cual que nos permite diseñar, proyectar espacios urbanos, rehabilitar barrios solamente desde un punto de vista técnico, entonces vivimos tiempos difíciles.

Vivimos en un mundo complejo, donde la humanidad continúa siendo percibida como algo alejado que no nos compromete directamente, pero no debe ser así. En nuestros diseños urbanos y proyectos técnicos, ser humano y medio ambiente, sus intereses sociales y económicos, así como sus necesidades deben de ser la piedra angular sobre la que se sustente el trabajo a realizar.

El eourbanismo nos permite alentar de nuevo la sociabilidad y la convivencia en nuestras ciudades al tiempo que las convertimos en sostenibles y respetuosas con el medio ambiente y de esta manera ir más allá de las cosméticas urbanas tradicionales emprendidas por las instituciones municipales.

Las ciudades y entornos del siglo XXI deben de ser concebidos como lugares de creatividad y convivencia para la vida íntima en comunidad. Si hacemos las cosas bien, las ciudades del nuevo milenio serán centros para una cultura sostenible que fomenten una vida saludable y sostenible. Serán eficientes en la gestión de la energía y de los recursos, agradables para las personas, culturalmente ricas y dotadas de democracias activas que aseguren que se hace el mejor uso de las facultades humanas. Pero nada de esto ocurrirá si no creamos un equilibrio entre lo social, ambiental y económico.

Gracias a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible nace un nuevo paradigma a nivel mundial en la que a través del ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”

comienza una visión más reposada y serena de las ciudades para ayudarlas a consumir su pleno potencial como lugares de convivencia para todos.

Ya lo ha dicho Santiago Calatrava: “El siglo XXI será un tiempo de reconciliación con la ciudad, en el que, a fuerza de mejorar los transportes urbanos y la infraestructura, las ciudades volverán a renacer como sitios en los que será agradable vivir.”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carcelén, R. y García, F.M. (2018). MAKE COOL YOUR SCHOOL. I olimpiada de Arquitectura de la Región de Murcia. Cartagena: CRAI Biblioteca – Universidad Politécnica de Cartagena.

Conferencia Permanente de los Ministerios de Educación y Asuntos Culturales y el Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económicos 2016. *Marco Curricular para la Educación para el Desarrollo Sostenible* J.R. Schreiber y H. Siege (eds). Recuperado de : <http://ensi.org/global/downloads/Publications/418/Curriculum%20Framework%20ESD%20final%201.pdf>

Decreto n.º 221/2015 de 02 de septiembre de 2015 por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Boletín Oficial de la Región de Murcia, núm. 203, 03 de septiembre de 2015, pp. 31684-31685.

Del Cerro, F. y Lozano, F. (2018). Estudio de un caso de enseñanza de materias STEM a través del ecourbanismo apoyado por herramientas avanzadas de diseño, en el horizonte 2030 de objetivos de desarrollo sostenible (ODS). *Revista de Educación a Distancia* (58), p.13. En: http://www.um.es/ead/red/58/cerro_et_al.pdf

Gaffron, P. (2005). *Ecocity Book I. A better place to live*. Viena: Facultas Verlags- and Buchahandels.

Gaffron, P. (2008). *Ecocity Book II. How to make it happen*. Viena: Facultas Verlags- and Buchahandel.

Gobierno de España. (2018). *Plan de acción para la implementación de la Agenda 2030. Hacia una Estrategia Española de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.agenda2030.gob.es/sites/default/files/recursos/Plan%20de%20Acci%C3%B3n%20para%20la%20Implementacion%20de%20la%20Agenda%202030.pdf>

Gobierno de España. Ministerio de de transportes, movilidad y agenda urbana. (2019). *Agenda Urbana Española 2019*. Recuperado de: <https://apps.fomento.gob.es/CVP/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BAW061>

Iveroth, S. P., Johansson, S., & Brandt, N. (2013). The potential of the infrastructural system of Hammarby Sjöstad in Stockholm, Sweden. *Energy Policy*, 59, 716-726.

Leal Del Castillo, G. (2010). *Ecourbanismo: Ciudad, medio ambiente y sostenibilidad*. Recuperado de: <https://urbanitasite.files.wordpress.com/2020/01/leal-ecourbanismo.-ciudad-medio-ambiente-y-sostenibilidad.pdf>

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, núm. 295, 10 de diciembre de 2013.

Lozano Rivas, F. (2011). Ecurbanismo, innovación urbana y social en la ciudad. Material no publicado.

Ministerio de Fomento. (2019). *Agenda Urbana Española 2019*. Recuperado de: <https://apps.fomento.gob.es/CVP/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BAW061>

Naciones Unidas. (2016). *Nueva Agenda Urbana*. Recuperado de: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf>

Ortega y Gasset, J. (1985). La socialización del hombre. *El Espectador*, 223-226.

Rueda-Palenzuela, S. (2019). *El Urbanismo Ecosistémico*. Recuperado de: <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/77733/48005>

Pérez Barreiro, S. M., Rodríguez Llera, R., & Villalobos Alonso, D. (2014). Star Wars: La Arquitectura de una Galaxia muy cercana. Recuperado de: https://www.academia.edu/40076621/Star_Wars_La_Arquitectura_de_una_Galaxia_muy_cercana

Red Española para el Desarrollo Sostenible (REDS). (2019). *Lanzamiento del informe sobre desarrollo sostenible 2019 (antes SDG Index)*. Recuperado de: <http://reds-sdsn.es/sdg-index-2019>

Sustainable Development Solutions Network. (Junio de 2019). *Sustainable Development Report 2019*. Recuperado de: https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2019/2019_sustainable_development_report.pdf

Trachana, A. (2013). La ciudad histórica: Una genealogía del espacio público. Madrid: Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid.

UNESCO. (2014). *Formando el futuro que queremos. El Decenio de las Naciones Unidas de Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014)*. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/230171e.pdf>

UNESCO. (2014c). Informe de Seguimiento de la EPT en el Mundo 2013/4 – Enseñanza y Aprendizaje: Calidad para todos. París, UNESCO.

University World News. (2020). Recuperado de: <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20200123101649218>

ANEXOS

Anexo 1. Escala NPE revisada

Escala Nuevo Paradigma Ecológico Revisada.

1. Nos estamos aproximando al número límite de personas que la tierra puede albergar.
 2. Los seres humanos tienen derecho a modificar el medio ambiente para adaptarlo a sus necesidades.
 3. Cuando los seres humanos interfieren en la naturaleza, a menudo las consecuencias son desastrosas.
 4. El ingenio humano asegurará que no hagamos de la tierra un lugar inhabitable.
 5. Los seres humanos están abusando seriamente del medio ambiente.
 6. La tierra tiene recursos naturales en abundancia, tan solo tenemos que aprender a explotarlos.
 7. Las plantas y los animales tienen tanto derecho como los seres humanos a existir.
 8. El equilibrio de la naturaleza es lo bastante fuerte para hacer frente al impacto que los países industrializados le causan.
 9. A pesar de nuestras habilidades espaciales, los seres humanos todavía estamos sujetos a las leyes de la naturaleza.
 10. La idea de que la humanidad va a enfrentarse a una crisis ecológica global se ha exagerado enormemente.
 11. La tierra es como una nave espacial, con recursos y espacio limitados.
 12. Los seres humanos fueron creados para dominar el resto de la naturaleza.
 13. El equilibrio de la naturaleza es muy delicado y fácilmente alterable.
 14. Con el tiempo, los seres humanos podrán aprender lo suficiente sobre el modo como funciona la naturaleza para ser capaces de controlarla.
 15. Si las cosas continúan como hasta ahora, pronto experimentaremos una gran catástrofe ecológica.
-

Anexo 2.

Relación Objetivos específicos de aprendizaje de los ODS y Competencias clave para la Sostenibilidad (UNESCO, 2017)

Objetivos específicos de aprendizaje para los ODS y Competencias clave para la Sostenibilidad (UNESCO, 2017)

Objetivos específicos de aprendizaje para los ODS

El **dominio cognitivo** comprende el conocimiento y las herramientas de pensamiento necesarias para comprender mejor el ODS y los desafíos implicados en su consecución.

El **dominio socioemocional** incluye las habilidades sociales que facultan a los alumnos para colaborar, negociar y comunicarse con el objeto de promover los ODS, así como las habilidades, valores, actitudes e incentivos de autorreflexión que les permiten desarrollarse.

Competencias clave para la sostenibilidad

Competencia de pensamiento sistémico: las habilidades para reconocer y comprender las relaciones; para analizar los sistemas complejos; para pensar cómo están integrados los sistemas dentro de los distintos dominios y escalas; y para lidiar con la incertidumbre.

Competencia de anticipación: las habilidades para comprender y evaluar múltiples escenarios futuros - el posible, el probable y el deseable; para crear visiones propias de futuro; para aplicar el principio de precaución; para evaluar las consecuencias de las acciones; y para lidiar con los riesgos y los cambios.

Competencia normativa: las habilidades para comprender y reflexionar sobre las normas y valores que subyacen en nuestras acciones; y para negociar los valores, principios, objetivos y metas de sostenibilidad en un contexto de conflictos de intereses y concesiones mutuas, conocimiento incierto y contradicciones.

Competencia estratégica: las habilidades para desarrollar e implementar de forma colectiva acciones innovadoras que fomenten la sostenibilidad a nivel local y más allá.

Competencia de colaboración: las habilidades para aprender de otros; para comprender y respetar las necesidades, perspectivas y acciones de otros (empatía); para comprender, identificarse y ser sensibles con otros (liderazgo empático); para abordar conflictos en grupo; y para facilitar la resolución de problemas colaborativa y participativa.

Competencia de pensamiento crítico: la

El **dominio conductual** describe las competencias de acción.

habilidad para cuestionar normas, prácticas y opiniones; para reflexionar sobre los valores, percepciones y acciones propias; y para adoptar una postura en el discurso de la sostenibilidad.

Competencia de autoconciencia: la habilidad para reflexionar sobre el rol que cada uno tiene en la comunidad local y en la sociedad (mundial); de evaluar de forma constante e impulsar las acciones que uno mismo realiza; y de lidiar con los sentimientos y deseos personales.

Competencia integrada de resolución de problemas: la habilidad general para aplicar distintos marcos de resolución de problemas a problemas de sostenibilidad complejos e idear opciones de solución equitativa que fomenten el desarrollo sostenible, integrando las competencias antes mencionadas.

Anexo 3. Objetivos de aprendizaje para docentes con el fin de promover la EDS

Objetivos de aprendizaje para docentes con el fin de promover la EDS

Conocer sobre el desarrollo sostenible, los distintos ODS y los temas y desafíos relacionados.

Comprender el discurso y la práctica de la EDS en su contexto local, nacional y mundial.

Formular una visión integradora propia de estos temas y desafíos de desarrollo sostenible por medio de la consideración de las dimensiones social, ecológica, económica y cultural desde la perspectiva de los principios y valores de desarrollo sostenible, incluyendo la justicia intergeneracional y mundial.

Adoptar perspectivas disciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinarias¹⁴ sobre temas de cambio mundial y sus manifestaciones locales.

Reflexionar en torno al concepto de desarrollo sostenible, los desafíos para alcanzar los ODS, la importancia del propio campo de especialización para lograr los ODS y su propio rol en el proceso.

Reflexionar en torno a la relación entre la enseñanza formal, no formal e informal para el desarrollo sostenible, y aplicar este conocimiento a su propio trabajo profesional

Comprender cómo la diversidad cultural, la igualdad de género, la justicia social, la protección ambiental y el desarrollo personal son elementos integrales de la EDS, y cómo volverlos parte de los procesos educativos.

Practicar una pedagogía transformadora orientada a la acción que involucre a los alumnos en procesos de pensamiento y acción participativos, sistémicos, creativos e innovadores en el contexto de las comunidades locales y las vidas cotidianas de los alumnos.

Actuar como un agente de cambio en un proceso de aprendizaje organizativo que impulse a su escuela hacia el desarrollo sostenible.

Identificar oportunidades locales de aprendizaje relacionadas con el desarrollo sostenible, y establecer relaciones colaborativas

Evaluar y medir el desarrollo de los alumnos en las competencias transversales de sostenibilidad y los resultados específicos de aprendizaje relacionados con la sostenibilidad.
