



“CREATIVE STATE OF MIND”

proyecto de investigación sobre la competencia de creatividad

Propuesto por: Ana Bertol Gros

<https://abertolgros.wixsite.com/anabergro>

**VII Convocatoria Beca de Investigación en Nueva York (2021)
Fundación ARQUIA y Real Academia de Bellas Artes de San Fernando**

El proyecto **“CREATIVE STATE OF MIND”**, propuesto para desarrollar con la colaboración de la BECA ARQUIA DE INVESTIGACIÓN EN NUEVA YORK, es un estudio de casos de éxito que aplican la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos y su influencia en el desarrollo de la competencia de creatividad en el ámbito de la educación superior. Este proyecto está enmarcado dentro de la investigación que actualmente estoy desarrollando para mi tesis doctoral, cuyo título es **“Cómo desarrollar la competencia de la creatividad en educación STEAM”**, dentro del programa de doctorado “Educación en Ingeniería, Ciencias y Tecnología” de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). El trabajo se está desarrollando íntegramente en lengua inglesa.

SINGULARIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

La tesis surge dentro de la primera promoción del programa de doctorado en educación STEAM de la UPC, un campo de investigación con poca trayectoria en España, no así en Estados Unidos o Australia. Apuesta por el desarrollo de la competencia de la creatividad, un tema con mucha trayectoria, también en el exterior de nuestras fronteras.

Se trata de un proyecto interdisciplinar: Yo, **Ana Bertol Gros**, soy arquitecta con máster en ingeniería estructural y profesora de estructuras en el grado de Arquitectura de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad San Jorge. Mis directores son **Berta Bardí i Milà y David López**. La primera es Doctora arquitecta y profesora de proyectos arquitectónicos en la ETSABUPC, centra su investigación en arquitectura y es directora de las Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA). David López, Doctor en informática y profesor de computación y sistemas en la UPC, investiga sobre la educación STEAM, diseño de planes de estudios, atracción y retención de estudiantes, ética, comunicación, creatividad e identidad del ingeniero.

The project **“CREATIVE STATE OF MIND”**, proposed to be developed with the ARQUIA RESEARCH SCHOLARSHIP IN NEW YORK, is a study of successful cases where Project Based Learning methodology is applied and its influence on the development of the creativity competence in the higher education system. This project is framed within the research that I am currently developing for my doctoral dissertation, whose title is **“How to develop creativity competence in STEAM education”**. The thesis is developed within the doctoral program “Education in Engineering, Science, and Technology” at the Polytechnic University of Catalonia (UPC). The investigation is being carried out entirely in the English language.

RESEARCH PECULIARITIES

The thesis arises in the first year of the doctoral program in STEAM education at UPC, a research field with small development in Spain, but not in the United States or Australia. It is committed to the development of creativity competence, a subject with a long history, also outside our borders.

It is an interdisciplinary project: I am, **Ana Bertol Gros**, an Architect with training in structural engineering and I teach building structures at the Architecture degree at the Technical School of Architecture of San Jorge University. My directors are **Dr. Berta Bardí i Milà and David López**. The former is a Ph.D. architect and professor of architectural projects at the ETSAB UPC, she focuses her research on architecture and is the director of “Conferences on Teaching Innovation in Architecture (JIDA)”. David López, Ph.D. in computer science and professor of computing and systems at the UPC, he investigates STEAM education, curriculum design, student attraction and retention, ethics, communication, creativity, and engineer identity.

CONTEXTO DE LA TESIS DOCTORAL

La evolución global de la sociedad, el cambio acelerado de las tecnologías, las constantes crisis políticas y económicas, la actual crisis sanitaria, y el amenazante problema del cambio climático, no son más que amenazas conocidas que evidencian la necesaria actualización de la profesión de la arquitectura.

El sector de la construcción se encuentra en el centro de todos los desafíos y oportunidades que enfrentan actualmente al planeta. La arquitectura está en constante renovación tecnológica y digital: nuevos materiales, nanomateriales, robots constructores, máquinas 3D, programas de cálculo. Las formas de habitar están cambiando: Airbnb, viviendas compartidas, espacios ventilados, prioridad por el peatón, ciudades sostenibles. Están apareciendo nuevas formas de proyectar: diseño colaborativo, parametrización, realidad virtual. Ya conocemos estos retos, pero ¿cuáles serán los próximos? ¿estarán los arquitectos preparados para afrontarlos?

En una reciente conferencia virtual⁽¹⁾ se afirmaba que “La función de un buen arquitecto es dar respuestas a preguntas que aún no están hechas”. Los futuros arquitectos tendrán que estar preparados para adaptarse a cualquier cambio del sector de la construcción. Para conseguir esa adaptabilidad, el desarrollo de la competencia de la creatividad será cada vez más importante.

La creatividad se ha definido globalmente como una de las competencias fundamentales del siglo XXI. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en su proyecto recientemente publicado “El futuro de la educación y las habilidades 2030”, ha nombrado a la creatividad como una de las seis competencias para el futuro de la educación⁽²⁾. Las Naciones Unidas han publicado recientemente un informe sobre “Competencias para el futuro”

(1) https://www.youtube.com/watch?v=DTLRv3otc_4&t=4675s

(2) <https://www.oecd.org/education/2030-project/>

DOCTORAL THESIS BACKGROUND

The globally evolution of society; the accelerated change of technologies; the frequent political and economic crises; the current health crisis; and the threatening problem of climate change; are but known threats that evidence the necessary updating of the architecture profession and construction sector.

The construction sector is in constant technological and digital renewal, with new: ecological materials, nanomaterials, construction robots, 3D machines, calculation software. The ways of living are changing: co-housing, Airbnb, ventilated spaces, priority for pedestrians, sustainable cities. Design methods are evolving: collaborative design, parameterization, virtual reality. We already know these challenges, but what will be the next ones? Will architects be prepared to face them?



Fig. 1: Collaborative design European project

In a recent virtual conference⁽¹⁾ it was stated that: “The role of a good architect is to give answers to questions that have not yet been asked”. Future architects will have to be prepared to adapt to every construction sector change, to achieve that adaptability, the development of the creativity competence will be increasingly important.

Creativity has been globally defined as one of the core competencies of the 21st century. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) in their recently published project “Future of Education and Skills 2030” have named creativity as one of the six competences for the future of education⁽²⁾. The United Nations have recently issued a report on “Competencies for the Future” naming

donde se nombra a la creatividad como una de las ocho competencias básicas para enfrentar los desafíos del siglo XXI⁽³⁾. En la encuesta realizada sobre “El futuro de los trabajos” realizada por el Foro Económico Mundial en 2020, se nombró la creatividad como la quinta habilidad principal requerida para los empleados en 2025⁽⁴⁾. Pero ¿cómo podemos desarrollar la competencia de la creatividad?

Esta tesis doctoral busca generar un modelo para desarrollar la competencia de la creatividad en estudios STEAM (ciencias, tecnología, ingeniería, arte & arquitectura, y matemáticas). La competencia, entendida como la suma de HABILIDAD, CONOCIMIENTO Y ACTITUD, será planteada a nivel de plan de estudios, no todas las asignaturas deben evaluar ni enseñar la creatividad, pero sí valorar el esfuerzo creativo. Para ser creativo hace falta motivación, atención y memoria. Si queremos que los futuros arquitectos sean creativos, primero tenemos que ser capaces de explicar qué es la creatividad. Hay que COMPRENDER el concepto y saber IDENTIFICAR una solución/actitud creativa. Pero ¿cómo podemos decir que promovemos la creatividad en las aulas si no podemos explicar a los alumnos qué es la creatividad?

El estado actual de la tesis está concluyendo el análisis bibliográfico del concepto de creatividad desde diferentes perspectivas: la psicológica, la filosófica, la científica/tecnológica y la estética. Con este estudio se pretende entender y ordenar las diferentes interpretaciones sobre cómo debería ser implementada la competencia de la creatividad en la educación STEAM. El objetivo final de la investigación es proponer una rúbrica/modelo que introduzca y guíe el desarrollo de la competencia de la creatividad a lo largo de todo el grado.

Para refinar esta rúbrica/modelo se realizará un análisis de casos de éxito. En algunas universidades, como La Universidad de Purdue, La escuela de ingeniería Olin, o la

(3) http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

(4) https://careers.un.org/lbw/attachments/competencies_booklet_en.pdf

creativity as one of the eight core competencies for preparing to meet the challenges of the 21st century⁽³⁾. In the “Future of Jobs” survey carried out at The World Economic Forum held in 2020, creativity was named as the fifth top skill required for employees in 2025⁽⁴⁾. But how can we develop the creativity competence?

The doctoral thesis seeks to develop a model to develop creativity competence in STEAM studies (science, technology, engineering, art & architecture, and mathematics). The competence, understood as the combination of SKILL, KNOWLEDGE AND ATTITUDE, will be proposed for the whole curriculum (not all subjects must evaluate or teach creativity, but they must value the creative effort). Being creative requires motivation, attention, and memory. If we want future architects to be creative, we first have to be able to explain what creativity is. You have to UNDERSTAND the concept and be able to IDENTIFY a creative solution/attitude. But how can we promote creativity in the classroom if we cannot explain to students what creativity is?



Fig.2: Sir Ken Robinson TED2006

For the doctoral thesis investigation is currently being undertaken a bibliographic analysis of the concept of creativity from different perspectives: psychological, philosophical, scientific/technological and aesthetic. This study aims to understand and organize the different interpretations of how the creativity competence should be implemented in STEAM education. The main objective of the thesis is to propose a rubric/model to introduce and guide the development of creativity competence throughout the degree.

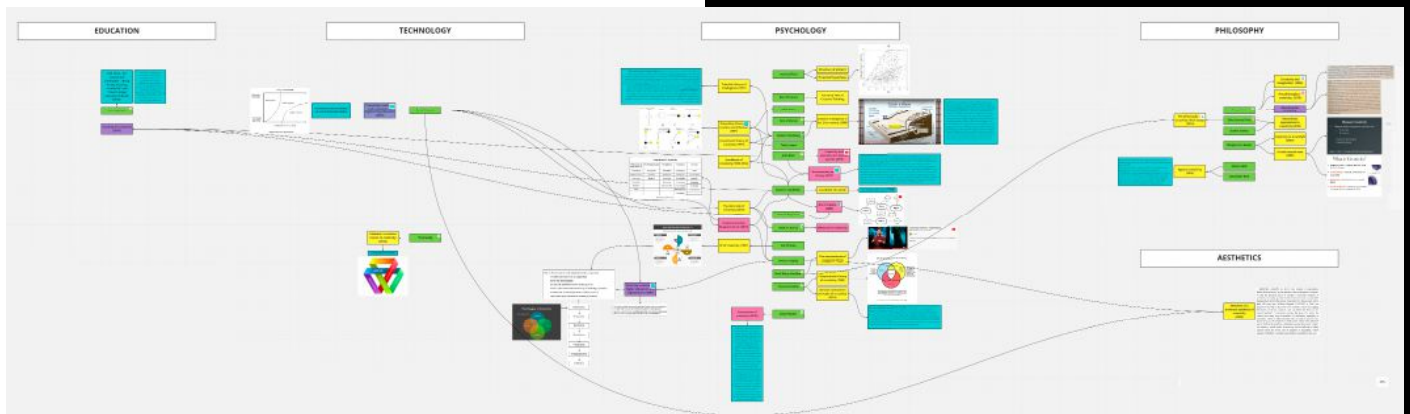


Fig.3: Teorías creatividad (creación propia)

Universidad McMaster, que han modificado sus planes de estudios apostando principalmente por una educación basada en proyectos, complementado con clases magistrales, memorización y pensamiento convergente. Planteo realizar un estudio de sus métodos, porque han tenido éxito estos planes, qué problemas han tenido a la hora de desarrollarlos y qué papel ha jugado la competencia de la creatividad en estos nuevos modelos educativos.

Una vez generada la rúbrica/modelo, podrá ser aplicada en diferentes asignaturas y posteriormente evaluar los resultados. Para eso disponemos de las asignaturas que imparte Berta Bardí i Milà (proyectos arquitectónicos), David López (centros de proceso de datos), y Ana Bertol Gros (estructuras de edificación). De esta forma se podrán obtener resultados variados dentro de la educación STEAM y evaluarlos. A través de este análisis se podrá modificar y perfeccionar la rúbrica/modelo original.

La visión de Donald Mackinnon, quien dedicó su vida a entender el problema de la creatividad, ilustra el papel estratégico que la profesión de arquitectura representa en el desarrollo de la competencia de la creatividad: "La arquitectura representa el campo ideal para aprehender los secretos de la creatividad en acción pues considero que, junto con los matemáticos, los arquitectos exitosos debían tener una mezcla de rigor científico y creatividad artística, además de la capacidad de ser negociantes, ingenieros, abogados, publicistas, filósofos y educadores" (Mackinnon, 1965).

To refine this rubric/model, an analysis of success cases will be carried out. There are universities, such as Purdue University, Olin College of Engineering, or McMaster University, that have modified their curricula implementing mainly a project-based education (complemented with lectures, theory memorization, and convergent thinking). I propose to carry out a study of their methods, why these plans have been successful, what problems they have had when developing them and what role the creativity competence has played in these new educational models.

Once the rubric/model is generated, it can be applied in different courses and evaluate the results. For that we have the subjects taught by Berta Bardí i Milà (architectural projects), David López (data processing), and Ana Bertol Gros (building structures); with which we can obtain varied results and, later, evaluate them. Based on these diverse results, we can modify and refine the original rubric/model. This way, varied results within STEAM education can be obtained and later evaluated. Based on these results, the original rubric/model can be modified.

Donald Mackinnon's vision, who dedicated his life to understanding the problem of creativity, illustrates the strategic role that architects represent in the fostering of the creativity competence: "Architecture represents the ideal field to apprehend the secrets of creativity in action since they considered that, together with mathematicians, successful architects should have a mixture of scientific rigor and artistic creativity, in addition to the ability to be businessmen, engineers, lawyers,

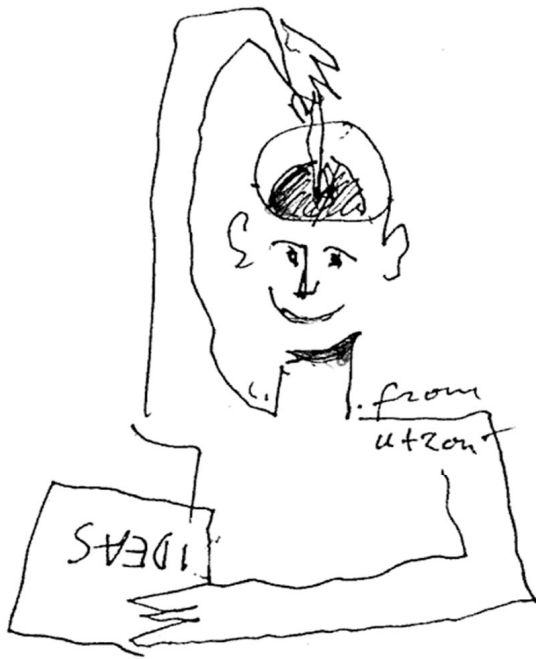


Fig.4: Jørn Utzon aprender con las manos

Buscamos teorías como el “Aprender con las manos” de Jørn Utzon, que conecta el acto de dibujar con el proceso creativo y la docencia, puedan ser aplicadas al resto de los campos STEAM para poder afrontar los retos del futuro.

MOTIVACIÓN

Como he explicado anteriormente, los casos de éxito que quiero estudiar están implementados en universidades americanas. Sería un aspecto muy beneficioso para la investigación poder estar cerca de dichos centros y entender el funcionamiento de la educación superior estadounidense de primera mano. Además, el estudio de la creatividad está muy avanzado y profundizado en Estados Unidos, con lo que desarrollar el proyecto “**CREATIVE STATE OF MIND**” en Nueva York será una experiencia muy positiva para la investigación. El apoyo de la FUNDACIÓN ARQUIA Y LA REAL ACADEMIA DE BELLAS ARTES DE SAN FERNANDO a la investigación y difusión de este proyecto será una apuesta positiva para conseguir afrontar los retos que la globalización del siglo 21 exige a la educación. Si las universidades desbloquean el potencial creativo de sus componentes (enseñanza, investigación y administración), la capacidad creativa de los estudiantes se liberará. ¿Qué papel tendrá la universidad: la última de las viejas instituciones o la primera de las nuevas?

publicists, philosophers and educators”. (Mackinnon, 1965).

We are looking for theories, such as “Learning with the hands” by Jørn Utzon, which connects the act of drawing with the creative process and learning, could be applied to the rest of the STEAM fields in order to face the challenges of the future.

MOTIVATION

As explained above, the success cases that I want to study are implemented at American Universities. It would be a very beneficial aspect for the research to be close to these centres and understand first-hand the workings of United States higher education system. In addition, the study of creativity is very advanced and deepened in the United States, so developing the “**CREATIVE STATE OF MIND**” project in New York will be a very positive experience for the research. The support of the FOUNDATION ARQUIA AND SAN FERNANDO ROYAL ACADEMY OF FINE ARTS to the research and dissemination of this project will be a positive commitment to face the challenges that the globalization of the 21st century demands for education. If universities unlock the creative potential of their components (teaching, research, and administration), students creative potential will be unlocked. What will universities be: the last of the old institutions or the first of the new?

OBJETO Y ÁMBITO DE ESTUDIO

El proyecto **“CREATIVE STATE OF MIND”** busca generar un método para desarrollar la creatividad en la educación STEAM. Se plantea un proyecto de inmersión en el entorno educativo estadounidense, a través de observación, realización de entrevistas y consultas bibliográficas.

La educación de arquitectura en España difiere mucho de la del resto del mundo. En España, el plan de estudios se centra, no solo en proyectos arquitectónicos y urbanísticos, representación arquitectónica, historia y teoría de la arquitectura, sino también en materiales de construcción, instalaciones y estructuras de edificación. En otros países, el plan de estudios es más teórico y centrado en el diseño arquitectónico. Por eso es una gran oportunidad el ámbito de desarrollo de la BECA ARQUIA para poder disponer de diversos campos de actuación: arquitectura, ingeniería y educación.

La **Universidad de Columbia** es uno de los centros de investigación más importantes del mundo que busca vincular su investigación y enseñanza con los recursos de una gran metrópoli, dispone de un cuerpo docente diverso e internacional, que apoya la investigación y la enseñanza sobre temas globales. Lo cual será muy positivo para el desarrollo del proyecto en los tres campos principales de la investigación: arquitectura, ingeniería y educación.

- **La escuela de arquitectura (GSAPP)** apuesta por nuevas formas de pedagogía, investigación y enfoques para la práctica a través de la producción variada y crítica de la arquitectura y el urbanismo con el objetivo de generar un futuro más equitativo, sostenible y creativo. El taller de proyectos representa una pedagogía ABP por excelencia. Establecer relaciones con el GSAPP será esencial para el desarrollo del proyecto.

- **En la escuela de ingeniería** se dedican a la enseñanza impulsando las fronteras de la investigación y aumentando las

PURPOSE AND SCOPE OF STUDY

The project **“CREATIVE STATE OF MIND”** aims to generate a method for developing creativity in STEAM education. It is proposed as an immersion project at the American educational environment, through observation methods, interviews, and bibliographic reviews.

Architecture education in Spain differs greatly from the rest of the world. In Spain, the curriculum focuses not only on architectural and urban projects, architectural representation, history and theory of architecture, but also in construction materials, supply systems, and building structures. In other countries, architecture training is focused mainly on architectural design. That is why the wide scope of the ARQUIA SCHOLARSHIP is a great opportunity for including different fields of study: architecture, engineering, and education.

Columbia University is one of the world's leading research centres that seeks to link its research and teaching with a large metropolis's resources, it has a diverse and international faculty that supports research and teaching on global issues. This will be very positive for the development of the project in the three main fields of research.

- **The school of architecture (GSAPP)** is committed to new forms of pedagogy, research, and approaches to practice through a varied and critical production of architecture and urbanism with the aim of generating a more equitable, sustainable, and creative future. The architecture projects course is an excellent representation of ABP pedagogy, establishing relationships with the GSAPP will be essential for the development of the project.

- **The Engineering School** is dedicated to teaching, pushing the frontiers of research, and increasing interdisciplinary collaborations. They bet on the renaissance of engineering as a force to create a future with a sustainable, healthy, connected,

colaboraciones interdisciplinarias. Apuestan por el renacimiento de la ingeniería como una fuerza para crear un futuro con una humanidad sostenible, saludable, conectada, segura y creativa. Será esencial para el proyecto establecer relaciones con una educación que se está reinventando mientras apuesta por contestar las preguntas planteadas en esta investigación.

- **En la escuela de educación** enseñan e investigan cómo aprende la gente y como deberían ser educados, en cuatro campos de especialidad: educación, salud, psicología y liderazgo. El tema de la educación es omnipresente en el desarrollo del proyecto y será una perspectiva diferente y necesaria.

Otra de las entidades colaboradoras de la BECA ARQUIA es **La Academia Americana de Artes y Ciencias** donde están desarrollando un proyecto de investigación (ARISEll) que propone construir plataformas para la colaboración entre las universidades, industrias, y gobiernos para cumplir los retos del siglo XXI. Será también interesante proponer entrevistas con los participantes para entender la perspectiva del proyecto desde un punto de vista meramente investigador.

El proyecto se completará realizando entrevistas a personas relevantes, asistiendo a conferencias y visitas a archivos bibliográficos. La conferencia *Frontiers in Education*, a la que asistirá mi director de tesis David López, se desarrollará en Nebraska en octubre de 2021, será una oportunidad para entablar futuras entrevistas con investigadores del campo de la educación STEAM. En concreto con personas pioneras en el fomento de la creatividad y con los responsables de los casos de estudio.

safe and creative humanity. It will be essential for the project to establish relationships with an education system that is reinventing itself while it is committed to answering the questions posed in this research.

- **Teachers College** investigates how people learn and how people should be educated, within four fields of specialty: education, health, psychology, and leadership. The issue of education is omnipresent in the development of the project and it will be a different and necessary perspective to consider.

Another of the collaborating entities of the ARQUIA SCHOLARSHIP is the American Academy of Arts and Sciences where they are developing a research project (ARISEll) that proposes to build collaborative platforms between universities, industries, and governments to meet the challenges of the 21st century. It will also be interesting to conduct interviews with the participants to see the perspective of the project from a researcher point of view.

The research will be completed by conducting interviews with relevant people, attending conferences and bibliographic visits. The *Frontiers in Education* conference, which will be attended by my thesis supervisor David López, will take place in Nebraska in October 2021, it will be an opportunity to engage in future interviews with researchers in the field of STEAM education. Specifically, with pioneers in promoting creativity and with those responsible for the case studies.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

El principal objetivo del proyecto “**CREATIVE STATE OF MIND**” es generar un modelo/rúbrica para desarrollar la competencia de la creatividad en la educación STEAM. Para ello, se establecen cuatro objetivos:

- **Familiarización con el sistema educativo estadounidense.** El trabajo de investigación se nutrirá del contexto educativo de la Universidad de Columbia. Combinando periodos de observación en la escuela de arquitectura y la escuela de educación. Este objetivo se concluirá generando una rúbrica/modelo parcial con las características observadas en las diferentes metodologías docentes.

- **Estudio de casos de éxito de ABP.** Se visitará la escuela de ingeniería de la Universidad de Columbia y se organizará una visita a la Escuela de ingeniería Olin y una reunión virtual a la Universidad de Purdue y McMaster. Se concluirá este objetivo generando una rúbrica/modelo señalando los factores de la metodología ABP que fomentan la creatividad, los problemas que han tenido que afrontar las distintas instituciones y los factores que impiden el desarrollo de la creatividad.

- **Entrevistas con investigadores del campo de la arquitectura, ingeniería, educación, y creatividad.** Se concluirá este objetivo generando un breve resumen gráfico y descriptivo de cada entrevista de modo que puedan completar la información del modelo/rúbrica final.

- **Desarrollo de un modelo sobre la competencia de la creatividad.** Tras concluir los objetivos anteriores: familiarización y observación de los métodos educativos de la universidad de Columbia; estudio de casos de éxito en la implantación del plan de estudios ABP; y complementando con entrevistas personales; se concluirá el proyecto de investigación generando un modelo/rúbrica capaz de desarrollar la competencia de la creatividad en la educación STEAM.

PROJECT GOALS

The main goal of the project “**CREATIVE STATE OF MIND**” is to generate a model/rubric to develop the creativity competence in STEAM education. For this, four objectives are established:

- **Familiarization with the American educational system.** The research work will be nourished by the educational context of Columbia University. Combining observation periods in the architecture school and the education school. This objective will be concluded by generating a partial rubric/model with the characteristics observed for every teaching methodology.

- **Study of ABP success cases.** Several visits to engineering schools will be organised, these schools are implementing PBL methodologies. The Columbia University system will also be analysed as well as Olin School of Engineering and a virtual meeting will be organized with Purdue University and McMaster. This objective will be concluded by generating a partial rubric/model pointing out the PBL methodology factors that promote creativity, the problems that each institution had to face and the factors that impede the creativity development.

- **Interviews with researchers in the field of architecture, engineering, education, and creativity. This objective will be concluded by generating a brief graphic and descriptive summary for each interview in order to complete the information in the final model/rubric.**

- **Development of a model for the creativity competence.** After concluding the previous objectives: familiarization and observation of the educational methods at Columbia University; study of success cases for implementing the ABP curriculum; and complementing with personal interviews; The research project will be concluded by generating a model/rubric able to develop the creativity competence in STEAM education.

METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto de investigación combina las siguientes estrategias:

- **Trabajo de campo.** El trabajo de investigación se nutrirá del contexto multidisciplinar, creativo y educativo de Nueva York. Se observará, estudiará y conversará sobre el fomento de la creatividad en la educación.
- Se realizarán **resúmenes gráficos** de cada actividad, inspirados por los gráficos de creatividad de Ferran Adrià, que servirán posteriormente realizar la rúbrica/modelo final.

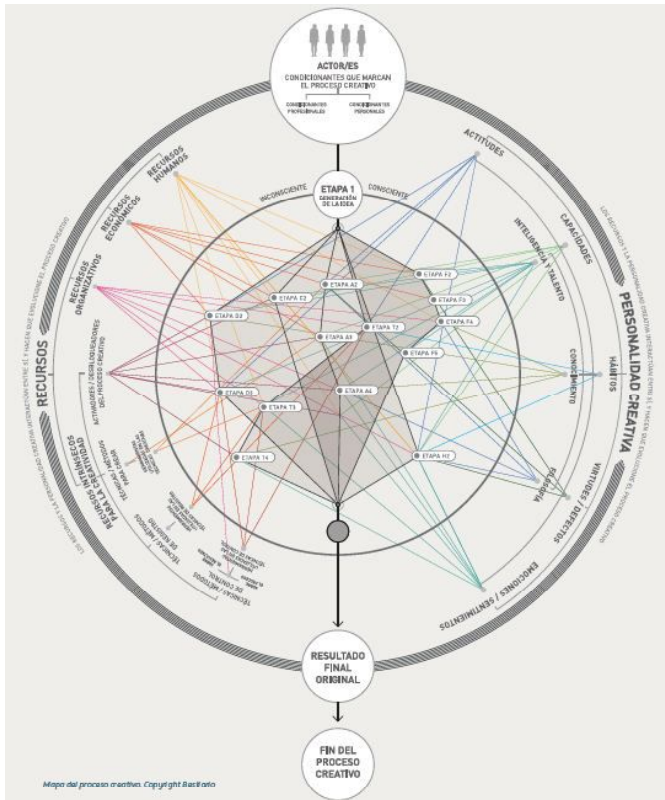


Fig.5: Gráfica proceso creativo El Bulli

- Eventos, presentaciones y mesas redondas.
- **Entrevistas** con los expertos de cada campo de estudio:

Arquitectura:

- **Amale Andraos** es la decana de la escuela de arquitectura, planeamiento y conservación de la universidad de columbia.

METHODOLOGY

The development of the research project combines the following strategies:

- **Field work.** The research project will be nourished by the multidisciplinary, creative, and educational context of New York. There will be observed, studied, and discussed the field of creativity education.
- There will be made **graphic summaries** for each objective, inspired by Ferran Adrià's creativity graphics, these graphics will be used later to make the final rubric/model.

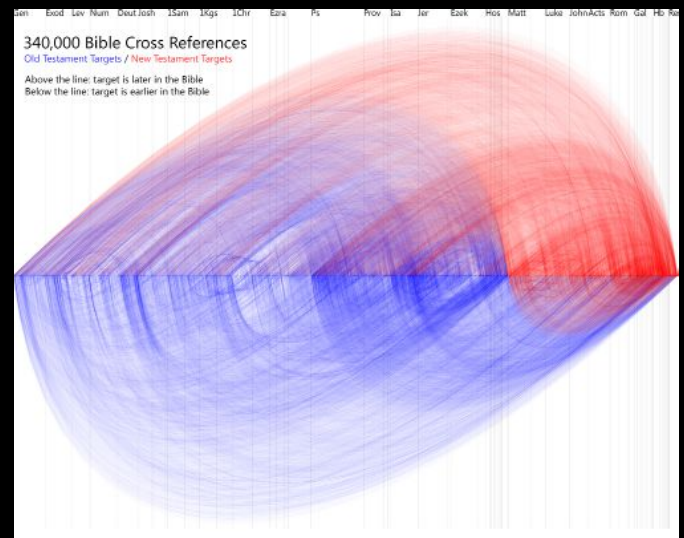


Fig.6: Cross references Graphic

- Assisting to events, presentations, and round tables.
- There will be conducted several **interviews** with experts for each field of study.

Architecture:

- **Amale Andraos** is the Dean of the Columbia University Graduate School of Architecture, Planning and Preservation.
- **Lola Ben-Alon** is an Assistant Professor at Columbia GSAPP, where she directs the Building Science and Technology curriculum.

Engineering:

- **Hod Lipson** is a professor of innovation. He works in the areas of artificial intelligence and digital manufacturing, designing, and building robots that self-replicate,

- **Lola Ben-Alon** es profesora del grado de arquitectura de la Universidad de Columbia, donde dirige el departamento de ciencia y tecnología de la construcción.

Ingeniería:

- **Hod Lipson** es profesor de innovación en ingeniería. Trabaja en el área de inteligencia artificial. Diseña y construye robots que se replican, reflexionan, hacen preguntas e incluso son creativos.
- **Ibrahim S. Odeh** es un profesor de ingeniería civil e ingeniería mecánica. Centra su investigación en asesorar empresas constructoras con gestión estratégica.

Educación:

- **Christopher Emdin** es profesor de ciencias de la educación especializado en la educación STEM.
- **Felicia Mensah** es profesora de ciencias de la educación y vicepresidenta del departamento de matemáticas, ciencias y tecnología.
- **Ann Rive** directora del programa de ciencias de la educación, interesada en entornos de aprendizaje basado en problemas.

Academia Americana de Artes y Ciencias:

- **Leah H. Jamieson** profesora de ingeniería en la Universidad de Purdue donde fue Decana durante 11 años. Fundó el programa EPICS que promueve el diseño entre diversas escuelas de ingeniería. Actualmente es miembro del proyecto ARISEII.
- **Venkatesh Narayanamurti** profesor de tecnología en la Universidad de Harvard donde fue Decano durante 10 años, implementando la investigación interdisciplinar y favoreciendo colaboraciones de emprendimiento e industria. Actualmente es miembro del proyecto ARISEII.

Otros representantes:

- **Mark Somerville**, cofundador de la Escuela Olin donde es decano y profesor de física e ingeniería.

that self-replicate, self-reflect, ask questions, and are even creative.

- **Ibrahim S. Odeh** is a lecturer of civil engineering and engineering mechanics. Focuses his studies and research on assisting construction firms with strategic management assignments.

Education:

- **Christopher Emdin**, associate professor of science education specialized in STEM education.
- **Felicia Mensah**, preofessor of science education & vice chair, department of mathematics, science, and technology
- **Ann Rive**, program director, science education program, interested on project-based science learning environments.

American Academy of Arts and Sciences:

- **Leah H. Jamieson**, engineering educator at Purdue University, where she was Dean of Engineering for 11 years. Founder of the (EPICS), a multi-university engineering design program and currently working on the ARISEII project.
- **Venkatesh Narayanamurti**, professor of technology at Harvard University where he was Dean 10 years, fostering interdisciplinary research and nurturing entrepreneurship and collaboration with industry. Former researcher at ARISEII

Other representatives:

- **Mark Somerville**, co-founder of Olin College where he is Dean of faculty and professor of engineering and physics.
- **David Goldberg**, president of Big Beacon, co-founder of Olin college and creator of the Illinois Foundry for Innovation in Engineering Education (iFoundry).
- **Benjamin Linder**, professor of design and mechanical engineering at Olin College.
- **Scott Barry Kaufman**, psychologist researching on neuroscience, he has

- **David Goldberg**, presidente de "Big Beacon", co-fundador de la Escuela Olin y creador del taller de innovación en la educación de ingeniería en Illinois (iFoundry)
- **Benjamín Linder** es profesor de diseño e ingeniería mecánica en la Escuela Olin.
- **Scott Barry Kaufman** es psicólogo centrado en la neurociencia, ha dado clases sobre la inteligencia y la creatividad en la Universidad de Columbia y Nueva York.
- **John Baer** es profesor de psicología en la Universidad de Rider. Su investigación se centra en la influencia de los dominios y la creatividad.
- **Elliot Paul** es profesor de filosofía en la Universidad de Barnard y Columbia. Director de "The creative post" y editor del libro "La filosofía de la creatividad".

PLANIFICACIÓN

Se propone a continuación una organización temporal de los trabajos a realizar:

- **Septiembre:** Se analizará el entorno docente de la escuela de Arquitectura de la Universidad de Columbia. Cuatro semanas en las que se realizarán entrevistas con los directores y profesores de la escuela seleccionados y se asistirá a clases y talleres.
- **Octubre:** Se analizará el sistema educativo estadounidense estableciendo relaciones y visitas con la escuela de Educación de la Universidad de Columbia. Cuatro semanas en las que se realizarán entrevistas con los directores y profesores de la escuela seleccionados, no solo educadores sino también psicólogos de la escuela e investigadores sobre la creatividad. Además, será la Jornada "Frontiers in Education" buena ocasión para concretar futuras entrevistas.

taught courses on intelligence and creativity at Columbia University and NYU.

- **John Baer**, psychology professor at Rider University. His research focuses on the relation between domains and creativity.
- **Elliot Paul**, philosophy professor at Barnard and Columbia University. Director of "The creative Post" and editor of the book "The philosophy of creativity".

PLANNING

Monthly organization of the work to be carried out:

- **September:** The teaching environment of the Columbia University School of Architecture will be analysed. Four weeks where interviews with the directors and teachers at the selected school will be carried out and classes and workshops will be attended.
- **October:** The American educational system will be analysed, establishing contacts and visits to the Teacher's College at Columbia University. Four weeks where interviews will be conducted with selected college faculty, not only educators but also educational psychologists and creativity researchers. Furthermore, the "Frontiers in Education" Conference will be a good opportunity to arrange future interviews.
- **November:** there will be planned several visits away from New York. One to Olin School of Engineering (Massachusetts) and the American Society for Engineering Education (ASEE) in Washington. There will

futuras entrevistas.

- **Noviembre:** Se plantean las visitas fuera de la ciudad de Nueva York. Una a la Escuela de ingeniería de Olin (Massachusetts) y otra a la Sociedad Americana de Educación en Ingeniería (ASEE) en Washington. Se concretarán también entrevistas con los investigadores del proyecto ARISEII, uno de los cuales fue Decana de la Universidad de Purdue.

- **Diciembre:** Se analizará la educación basada en proyectos (ABP) de la escuela de INGENIERÍA de la Universidad de Columbia. Cuatro semanas en las que se realizarán entrevistas con los directores de la escuela y los profesores encargados de la investigación en innovación y creatividad en la ingeniería. Se asistirá también como oyente a diversas clases y talleres.

- **Enero:** Estructuración de los conocimientos adquiridos a la búsqueda de inconsistencias o puntos no definidos para cerrarlos con nuevas entrevistas si fuera necesario. Para contrastar los resultados de la investigación, se asistirá al taller de proyectos arquitectónicos de la Universidad de Columbia.

- **Febrero:** Elaborar una versión completa aunque no definitiva del proceso de investigación desarrollado en el proyecto "CREATIVE STATE OF MIND". Generar un resumen visual y una primera versión del modelo/rúbrica.

also be several interviews planed with researchers from the ARISEII project, one of whom was Dean of Purdue University.

- **December:** Project-based education (PBL) from the Columbia University School of Engineering will be analysed. Four weeks where interviews will be conducted with school directors and professors in charge of research on innovation and creativity in engineering. Various classes and workshops will also be attended as a listener.

- **January:** Structuring the data acquired in search for inconsistencies or undefined points to close them with new interviews if necessary. To contrast the results of the research, the design project workshop at the architecture school of Columbia University will be attended.

- **February:** Preparation of a complete but not definitive version of the research process developed in the "CREATIVE STATE OF MIND" project. Generate a visual summary and a first version of the model/rubric.

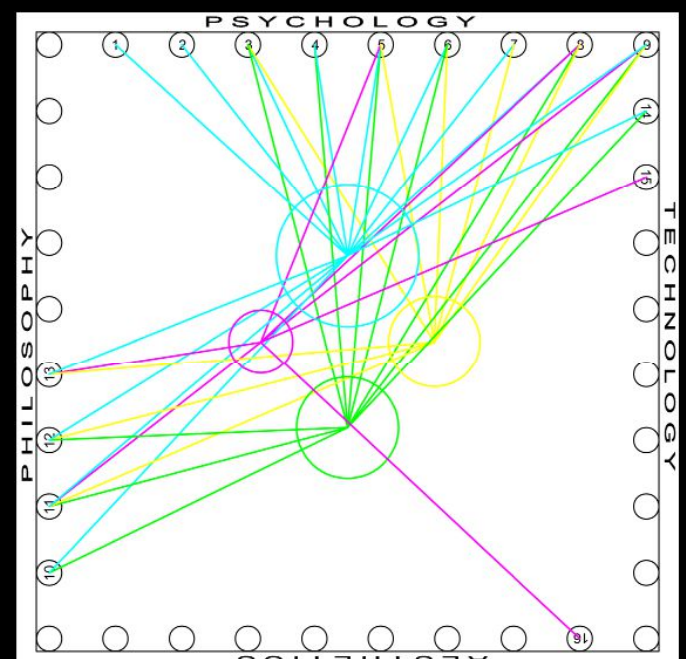


Fig.7: Índice visual del estado del arte
(creación propia, en proceso)

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

El término "creatividad" fue acuñado en la Antigua Grecia, recibiendo un significado místico. Se creía que la inspiración y la creatividad eran un regalo enviado por el cielo. Este significado ha eclipsado el desarrollo posterior del concepto e, incluso hoy en día, todavía hay una parte de la sociedad que asocia la creatividad con algo inalcanzable e incontrolable. Con el tiempo, la creatividad se entendió como una cualidad inherente a cada persona y, hoy en día, se sabe que es una capacidad de la inteligencia de cada individuo.



Fig.8: Las 9 musas de la creatividad

Los psicólogos del siglo pasado abrieron un extenso campo de investigación sobre la creatividad que abarcaba temas como la personalidad y la inteligencia; motivación y medio ambiente; el proceso creativo de resolución de problemas; neurobiología o la función de la inteligencia creativa. El principal bloqueo que ha tenido que afrontar la investigación sobre la creatividad ha sido la definición y el mal uso del concepto. El mundo está lleno de términos similares, superpuestos y posiblemente sinónimos: imaginación, innovación, inspiración, novedad, originalidad, singularidad... La creatividad no es una palabra técnica específicamente acuñada para la descripción científica de los procesos psicológicos. Más bien, es un término que se usa para describir a artistas, científicos y personas mundanas; su trabajo, procesos y personalidad. El concepto se ha utilizado de forma tan diversa que casi ha perdido su significado.

Para proponer un modelo de evaluación de la competencia creativa en la educación STEAM, es necesario realizar una revisión bibliográfica exhaustiva comparando diferentes entendimientos

THEORETICAL AND CONCEPTUAL FRAMEWORK

The term "creativity" was coined in the Ancient Greece receiving a mystical meaning, it was believed that inspiration and creativity were a heaven-sent gift. This meaning has overshadowed the posterior development of the concept and, even nowadays, there is still a part of society that associates creativity with something unattainable and uncontrollable. Over time, creativity was understood as a quality inherent to every person and, nowadays, it is known to be a capacity of each individual's intelligence.

Last century's psychologists opened an extensive field of research on creativity ranging topics such as personality and intelligence; motivation and the environment; the creative process of problem solving; neurobiology or the function of creative intelligence. The main blockage creativity research has had to face have been its definition and misuse of the concept. The world is full of similar, overlapping, and possibly synonymous terms: imagination, innovation, inspiration, novelty, originality, uniqueness... Creativity is not a technical word specifically coined for the scientific description of psychological processes. Rather, it is a term used to describe artists, scientists, and mundane people; their work, processes and personality. The concept has been so diversely used that almost ceased to mean anything.

In order to propose an assessment model for the creativity competence in STEAM education, it is necessary to carry out a thorough bibliographical review, comparing different understandings of creativity, considering the psychological, philosophical, aesthetical, technical, and educational point of view.

The psychological perspective

For the last 70 years, research on the psychology of creativity has exploded in every possible direction. It is the field that offers the bigger number of perspectives

de la creatividad considerando el punto de vista psicológico, filosófico, estético, técnico y educativo.

El punto de vista psicológico

Durante los últimos 70 años, la investigación sobre la psicología de la creatividad se ha disparado en todas las direcciones posibles. Es el campo que más variedad de perspectivas y definiciones nos ofrece. El método más utilizado para analizar las teorías de la creatividad es siguiendo la teoría de las 4P's, propuesto por Mel Rhodes en 1961, que afirma que la creatividad engloba estos cuatro factores: PERSONA, PROCESO, PRENSA Y PRODUCTO. La definición de creatividad más aceptada por los psicólogos es la de Plucker, Beghetto y Dow: "La creatividad es la interacción entre aptitud, proceso y entorno mediante la cual un individuo o grupo produce un producto perceptible que es tanto novedoso como útil, definido dentro de un contexto social" (Plucker et al., 2004).

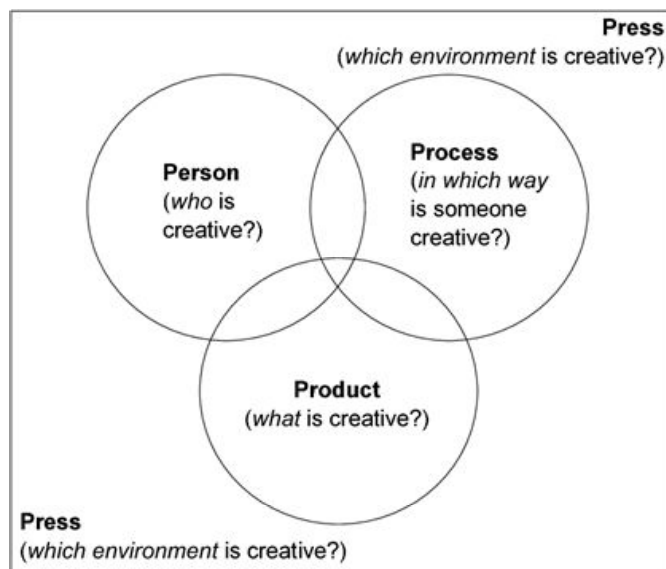


Fig.9: Teoría 4P's de la creatividad (Rhodes, 1961)

El punto de vista filosófico

Al contrario que la desbordante cantidad de investigación sobre la psicología de la creatividad, los filósofos han evitado por mucho tiempo este campo de investigación. Dado que la creatividad es un aspecto del pensamiento que interviene dentro de la mente humana, involucrando conexiones complejas entre tradición y

creativity theories consists of following the "4P's theory of creativity", proposed by Mel Rhodes in 1961, which affirms that creativity comprise four factors: PERSON, PROCESS, PRESS AND PRODUCT. The creativity definition most accepted by psychologists is the one given by Plucker, Beghetto and Dow: "Creativity is the interaction among aptitude, process, and environment by which an individual or group produces a perceptible product that is both novel and useful as defined within a social context" (Plucker et al., 2004).

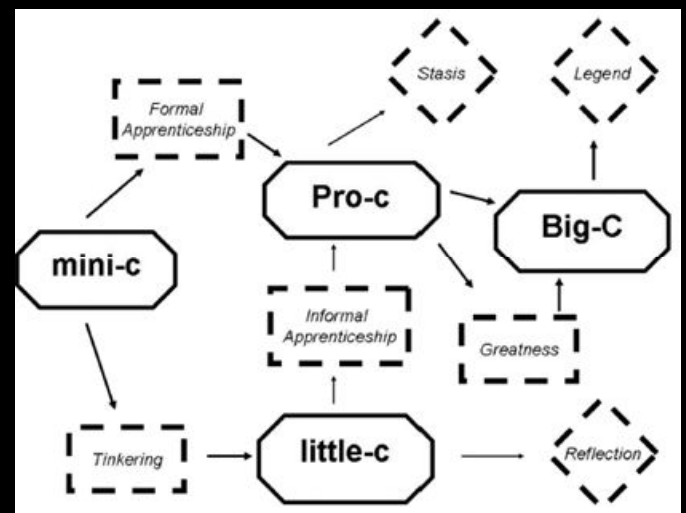


Fig.10: Teoría de las 4C's de la creatividad (Kaufman and Beghetto, 2009)

The philosophical perspective

Contrary to the overflowing amount of research into the psychological understanding of creativity, philosophers have largely avoided this field of research. Since creativity is an aspect of a thought process that takes part inside the human mind, involving complex connections between tradition and behaviour, it is necessary to consider the philosophical viewpoint in the study of creativity, a human science. Philosophers define creativity as the capacity to produce novel (P-Creativity or H-Creativity), surprising (Combinational, exploratory, or transformational) and valuable items by flair. The concept "flair" is the great philosophical contribution to the creativity definition.

comportamiento, es necesario considerar el punto de vista filosófico en el estudio de la creatividad, una ciencia humana. Los filósofos definen la creatividad como la capacidad de producir productos novedosos (H-creatividad o P-creatividad) [Boden], sorprendentes (combinando, explorando o transformando) [Boden] y de valor, intencionadamente [Gaut]. El concepto de intención es la gran aportación filosófica a la definición de creatividad.

El punto de vista estético

La creatividad se ha relacionado durante mucho tiempo con la estética. La estética es una rama de la filosofía que se ocupa de la naturaleza de la belleza y el gusto. La historia ha catalogado a muchas personas artísticas como creativas: Leonardo Da Vinci, Miguel Ángel o Frida Kahlo, pero hay gente que nunca denominaría creativos a Newton o Marie Curie, ya que sus productos no son estéticamente atractivos. La creatividad en la ciencia o la ingeniería difiere de la creatividad en la pintura o la escritura. Considerando la estética como un factor para medir el valor de un producto, aún no es un concepto medible como la longitud o el peso, con lo que existen escasas teorías que midan la creatividad estética.

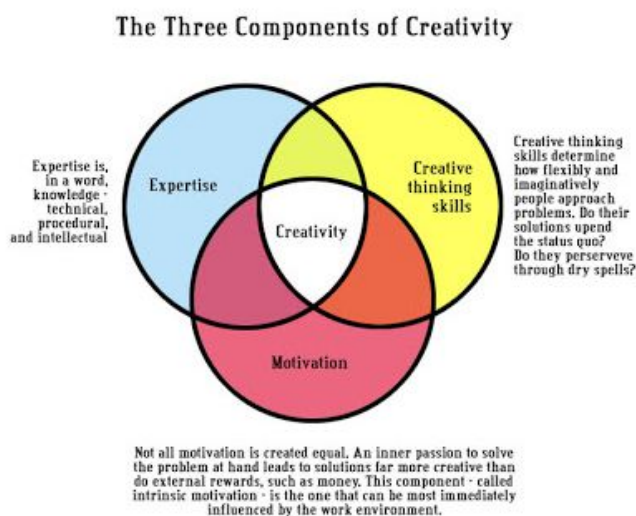


Fig.11: Teoría componencial de la creatividad (T. Amabile, 1983)

The aesthetical perspective

Creativity has long been related to aesthetics. Aesthetics is a branch of philosophy that deals with the nature of beauty and taste, it has nothing to do with the production of novel, useful and valuable products. History has named many artistic persons as creative: Leonardo Da Vinci, Miguel Angel or Frida Kahlo, but many people would never call Newton or Marie Curie creative, since their products are not aesthetically appealing. Creativity in science or engineering differs from creativity on painting or writing. Considering aesthetics as a factor to measure the value of a product, still it is not a measurable concept such as length or weight, thus there is few theories to measure aesthetic creativity.

Criterion of Creativity	Property of the Solution	Indicator
Relevance & Effectiveness	Knowledge of existing facts and principles	CORRECTNESS (the solution accurately reflects conventional knowledge and/or techniques)
		PERFORMANCE (the solution does what it is supposed to do)
		APPROPRIATENESS (the solution fits within task constraints)
		OPERABILITY (the solution is easy to use)
		SAFETY (the solution is safe to use)
Novelty	Problemization	DURABILITY (the solution is reasonably strong)
		DIAGNOSIS (the solution draws attention to shortcomings in other existing solutions)
		PRESCRIPTION (the solution shows how existing solutions could be improved)
	Existing knowledge	PROGNOSIS (the solution helps the beholder to anticipate likely effects of changes)
		REPLICATION (the solution uses existing knowledge to generate novelty)
		COMBINATION (the solution makes use of new mixture(s) of existing elements)
	New knowledge	INCREMENTATION (the solution extends the known in an existing direction)
		REDIRECTION (the solution shows how to extend the known in a new direction)
		RECONSTRUCTION (the solution shows that an approach previously abandoned is still useful)
		REINITIATION (the solution indicates a radically new approach)
Elegance	External elegance	REDEFINITION (the solution helps the beholder see new and different ways of using the solution)
		GENERATION (the solution offers a fundamentally new perspective on possible solutions)
		RECOGNITION (the beholder sees at once that the solution makes sense)
	Internal elegance	CONVINCINGNESS (the beholder sees the solution as skillfully executed, well-finished)
		PLEASINGNESS (the beholder finds the solution neat, well done)
Genesis	Forward looking	COMPLETENESS (the solution is well worked out and rounded)
		GRACEFULNESS (the solution well-proportioned, nicely formed)
		HARMONIOUSNESS (the elements of the solution fit together in a consistent way)
		SUSTAINABILITY (the solution is environmentally friendly)
		FOUNDATIONALITY (the solution suggests a novel basis for further work)
		TRANSFERABILITY (the solution offers ideas for solving apparently unrelated problems)
		GERMINALITY (the solution suggests new ways of looking at existing problems)
		SEMINALITY (the solution draws attention to previously unnoticed problems)
		VISION (the solution suggests new norms for judging other solutions-existing or new)
		PATHFINDING (the solution opens up a new conceptualization of the issues)

Fig.12: Creative Solution Diagnosis Scale (CSDS) (Cropley, Kaufman and Cropley, 2011)

El punto de vista científico/tecnológico

Debido a las razones estéticas anteriores, los campos científicos y tecnológicos rehúyen ligeramente de él, y sustituyen la creatividad por sus sinónimos: innovación y resolución de problemas. “La creatividad en lo que respecta a la tecnología, las ciencias y la ingeniería es un subcomponente de la innovación” (Wright et al., 2011). La innovación implica la introducción de una novedad efectiva en un sistema que ya funciona. La creatividad es la producción de novedad efectiva, por tanto, es un requisito previo para la innovación. P. Guilford, el propulsor de la era de la creatividad moderna en el pensamiento psicológico, definió la creatividad como la capacidad de resolver problemas. Los procesos como buscar problemas, generar novedad, definir soluciones y reconocer soluciones producen una novedad efectiva, creatividad.

La importancia de la creatividad en arquitectura

Joan Vergara, en su post “Oda a los arquitectos de cerebros amarillos”⁽⁴⁾, explica cómo piensan los arquitectos. Utilizando el test HBDI de Herrmann, que distingue cuatro tipos de cerebros y los asocia a un color: cerebro lógico (azul), cerebro organizador (verde), cerebro interpersonal (rojo) y cerebro innovador (amarillo); concluye que el cerebro predominante en los arquitectos es el amarillo: el visionario, creativo, holístico, conceptual, integrador... el que intuye e imagina. Lo curioso del caso es que es el menos abundante en la sociedad (6%).

Pese a que la arquitectura es considerada una ciencia creativa, existen pocas teorías sobre el proceso creativo en arquitectura, pues se considera en muchas ocasiones, únicamente como producto final, en calidad de objeto innovador. Sin embargo, las perspectivas académicas están ampliándose y reconocen la importancia de consolidar factores que intervienen en la construcción de la creatividad.

(4)<https://blogfundacion.arquia.es/2017/06/oda-a-los-arquitectos-de-cerebros-amarillos/>

The scientific/technological perspective

Due to the aforementioned aesthetic reasons, the scientific and technological fields shun it slightly, using instead its synonyms: innovation and problem solving. “Creativity as it pertains to technology, sciences and engineering is a subcomponent of innovation” (Wright et al., 2011). Innovation involves the introduction of effective novelty into a functioning system. Creativity is the production of effective novelty; thus, it is a prerequisite for innovation. P. Guilford, the initiator of the modern creativity era in psychological thinking, described creativity as problem-solving. Processes such as finding problems, generating novelty, defining solutions, and recognizing solutions yield effective novelty.

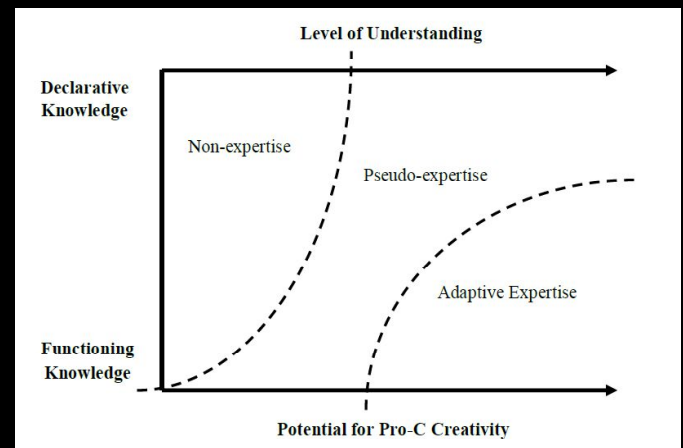


Fig. 13: Relation between expertise and creativity (D. Cropley, 2015)

The importance of creativity in architecture

Joan Vergara, in his post “Ode to the architects with yellow brains”, explains how architects think. Using the HBDI Herrmann test, which distinguishes four types of brains and associates them with a colour: logical brain (blue), organizing brain (green), interpersonal brain (red) and innovative brain (yellow); he concludes that the predominant brain in architects is yellow: the visionary, creative, holistic, conceptual, integrative... the one who guesses and imagines. The curious thing is that it is the least abundant in society (6%).

Despite the fact that architecture is considered a creative science, there are few theories about the creative process in

en la construcción de la creatividad, tales como el contexto universitario y la motivación cognitiva, entre otros. Las teorías de Getzels y Csikszentmihalyi (1994) ya resaltaron la importancia de resolución de problemas como parte del proceso creativo en dominios imprecisos como la arquitectura que tiene que trabajar con unas metas que no están especificadas y puede tener muchas soluciones buenas mas que una respuesta correcta.

architecture, since it is considered on many occasions, just as a final product, as an innovative object. However, academic perspectives are expanding, and recognizing the importance of consolidating factors that intervene in the process of creativity, such as university context and cognitive motivation, among others. The theories of Getzels and Csikszentmihalyi (1994) already highlighted the importance of problem solving as part of the creative process in imprecise domains such as architecture that has to work with goals that are not specified and can have many good solutions rather than a correct answer.



Fig.14: Modelo de Sistema. Adaptado de M. Csikszentmihalyi

BIBLIOGRAFÍA DEL DOSSIER

Amabile, T. (1983). Componential Theory of Creativity. *Encyclopedia of Management Theory*. <https://doi.org/10.4135/9781452276090.n50>

Cropley, D., Kaufman, J. C., & Cropley, A. (2011). Measuring creativity for innovation management. *Journal of Technology Management and Innovation*, 6(3), 13–40. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242011000300002>

Csikszentmihalyi, M. (2006). A Systems Perspective on Creativity. In *Creative Management and Development Creative management and development* (pp. 3–17). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781446213704.n1>

Dorado, M. I. A. (2016). Arquitectura y creatividad. Reflexiones acerca del proceso creativo del proyecto arquitectónico. *Arquiteturarevista*, 12(2), 125–139. <https://doi.org/10.4013/arq.2016.122.01>

Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1037/a0013688>

Mackinnon, D. W. (1965). Personality and the realization of creative potential. *American Psychologist*, 20(4), 273–281. <https://doi.org/10.1037/h0022403>

Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39(2), 83–96. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_1

Rhodes, M. (1961). Analysis of Creativity Can it be taught? *Phi Delta Kappan*, 42(7).

Wright, G., Lewis, T., Skaggs, P., & Howell, B. (2011). Creativity and innovation: A comparative analysis of definitions and assessment measures. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--17680>

BIBLIOGRAFÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Aracil, J. (2014). La ingeniería, una peculiar conjunción de creatividad y conocimiento. Universidad de Málaga.

Bardí Milà, B., & García Escudero, D. (2018). The JIDA conference: Teaching practice as research. *JOTSE: Journal of Technology and Science Education*, 8(3), 146–154.

i Milà, B. B., Escudero, D. G., & Aizpún, C. L. (2019). El aprendizaje de la arquitectura. *ZARCH: Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism*, (12), 2–7.

Carabias, V. P. (2003). La creatividad y la fundamentación de los procesos de proyectación (Doctoral dissertation, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Cropley, A., & Cropley, D. (2009). Fostering creativity: A diagnostic approach for higher education and organizations. *The TQM Magazine*, January, 1–3.

Dorado, M. I. A. (2016). Arquitectura y creatividad. Reflexiones acerca del proceso creativo del proyecto arquitectónico. *Arquitetura Revista*, 12(2), 125–139.

Froyd, J. E., Wankat, P. C., & Smith, K. A. (2012). Five major shifts in 100 years of engineering education. *Proceedings of the IEEE*, 100(Special Centennial Issue), 1344–1360.

Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. *Journal of research in science teaching*, 48(8), 952–984.

López Álvarez, D. (2019). La educación en ingeniería, un campo de investigación lleno de futuro. In *XXV Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática: Murcia*, del 3 al 5 de julio de 2019: actas (pp. 215–222). Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática (AENUI).

Lorenzo, D. C. (2013) Espacios de aprendizaje experimental en escuelas de arquitectura. http://oa.upm.es/35295/7/TESIS_MASTER_David_Cardenas_Lorenzo_1213.pdf

Margalit, H. *Architectural Design and Imagination*. Jackson, N., Oliver, M., Shaw, M., & Wisdom, J. (Eds.). (2006). *Developing creativity in higher education: An imaginative curriculum*. Routledge.

Marina, J. A., & Marina, E. (2013). El aprendizaje de la creatividad. Barcelona: Ariel.

Mestre, N., & Roig, E. (2015). Sostenibilidad y otras demandas contraintuitivas de la pedagogía de la creatividad. In *III Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'15)*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, del 25 al 29 de Mayo de 2015 (pp. 175–186). Grup per a la Innovació i la Logística Docent en l'Arquitectura (GILDA).

Paul, E. S., & Kaufman, S. B. (Eds.). (2014). *The philosophy of creativity: New essays*. Oxford University Press.

Poblete, M., & Villa, A. (2007). Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas. Mensajero. Bilbao.

Torre, S. & Violant, V. (2006) Comprender y evaluar la creatividad. Archidona, Granada: Aljibe

Sola-Morales, P., Àvila-Martorell, G., García, M. E., Rabassa, N., & Romeu, M. (2016). Definición de la competencia transversal sobre “creatividad, innovación y resolución de problemas”. In *IV Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'16)*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, 20 y 21 de Octubre de 2016 (pp. 420–434). Universitat Politècnica de València.

Torrance, E. P. (1987). Teaching for creativity. *Frontiers of creativity research: Beyond the basics*, 189, 215.

van Broekhoven, K., Cropley, D., & Seegers, P. (2020). Differences in creativity across Art and STEM students: We are more alike than unlike. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100707.

“Toda la educación es imaginaria. Es aprender a imaginar cosas. Es colocarte en situaciones para poder vivirlas. Lo fundamental de nuestra vivencia como arquitectos es, como Alicia en el país de las maravillas, el realismo intelectual. Todo lo que eres capaz de encontrar es el signo de algo que hay detrás, que está oculto en ti. A eso de ti que tú no conoces y que sale sin que tú lo conozcas, sin que tú lo sepas, eso que tú no controlas de ti. Ahí es donde está la creatividad, y eso es lo que hay que cultivar”

-Antonio Juárez Chicote