

Relationship Between the University Admission Score and Academic Performance in Architecture Studies. The Case of Plan 94 at the Barcelona School of Architecture

Daniel García-Escudero ¹ | Berta Bardí-Milà ² | Francesc Fayos ³ | Francesc Valls Dalmau ⁴

Received: 2021-02-23 | Final version: 2021-06-23

Abstract

Architecture studies have as the backbone of their syllabus the active methodology of Project-Based Learning (PBL). "Learning by doing projects" is related to the methodology that is being implemented in the learning environments of the preschool and primary education levels and that is applied less frequently in secondary and university education. Architecture studies are a paradigmatic example of how training is based precisely on practical workshop subjects where design studio is developed that integrate other disciplines such as construction, calculation of structures, history or representation, and that involve skills such as teamwork, creativity or social commitment. These workshop subjects do not have a simile in secondary education, which hypothetically causes a discontinuity between the university admission scores and the grades obtained during university. To demonstrate this hypothesis, a statistical study of linear dependence is carried out based on the Pearson correlation coefficient, through which the data of the of 3910 students of the Plan 94 of Barcelona School of Architecture ETSAB-UPC are analysed. This study effectively concludes by confirming the initial hypothesis, which was based on the fact that not the best pre-university records are the student population with the best academic performance during the career. In turn, these data allow us to reflect on the teaching curriculum of Architecture studies, the formulation of new syllabus and the implementation of a university orientation.

Keywords: Architecture; education; study plan; Pearson's r

Citation

García-Escudero, D. *et al.* (2021). Relationship between the university admission score and academic performance in Architecture studies. The case of Plan 94 at the Barcelona School of Architecture. *ACE: Architecture, City and Environment*, 16(47), 10375. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.16.47.10375>

Relación entre la nota de acceso a la universidad y el rendimiento académico en los estudios de Arquitectura. El caso del Plan 94 de la Escuela de Arquitectura de Barcelona

Resumen

Los estudios de Arquitectura tienen como espina dorsal la metodología activa del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). "Aprender haciendo proyectos" entronca con la metodología que se está implementando en los entornos de aprendizaje de los ciclos de educación infantil y primaria, y que se aplica con menos frecuencia en la educación secundaria y universitaria. Los estudios de Arquitectura son un ejemplo paradigmático de cómo la formación se basa, precisamente, en asignaturas prácticas de taller donde se desarrollan proyectos que integran otras disciplinas como la construcción, el cálculo de estructuras, la historia o la representación, y que implican habilidades como el trabajo en grupo, la creatividad o el compromiso social. Estas asignaturas proyectuales de taller no tienen un símil en la educación secundaria, lo que provoca hipotéticamente una discontinuidad entre las notas de acceso a la universidad y las notas durante los estudios universitarios. Para demostrar dicha hipótesis, se realiza un estudio estadístico de dependencia lineal a partir del coeficiente de correlación de Pearson, a través del cual se analizan los datos de las calificaciones de 3910 estudiantes del Plan 94 de la Escuela de Barcelona ETSAB-UPC. Este estudio concluye efectivamente ratificando la hipótesis inicial, que partía de la base de que no los mejores expedientes preuniversitarios son la población estudiantil con mejor rendimiento académico durante y al final de la carrera. Estos datos permiten reflexionar sobre el currículum docente de los estudios de Arquitectura, la formulación de nuevos Planes de Estudios y la implementación de una orientación universitaria.

Palabras clave: Arquitectura; educación; plan de estudios; r de Pearson

¹ Ph.D. Architect, Barcelona School of Architecture, ETSAB, Universitat Politècnica de Catalunya, UPC (ORCID: [0000-0001-6259-1094](https://orcid.org/0000-0001-6259-1094), WoS ResearcherID: [AAA-1651-2019](https://orcid.org/AAA-1651-2019)), ² Ph.D. Architect, ETSAB, UPC (ORCID: [0000-0003-0271-670X](https://orcid.org/0000-0003-0271-670X), WoS ResearcherID: [G-4995-2018](https://orcid.org/G-4995-2018)), ³ Ph.D. Physical, ETSAB, UPC (ORCID: [0000-0002-0837-7369](https://orcid.org/0000-0002-0837-7369)), ⁴ Ph.D. Architect, ETSAB, UPC (ORCID: [0000-0002-9400-5659](https://orcid.org/0000-0002-9400-5659), WoS ResearcherID: [G-2686-2019](https://orcid.org/G-2686-2019)). Contact e-mails: daniel.garcia-escudero@upc.edu, berta.bardi@upc.edu, f.fayos@upc.edu, francesc.valls@upc.edu

1. Introduction

A large part of the creative labour activity or jobs not replaceable by algorithms, whose aim is to achieve applied and tangible objectives from established foundations and using given recourses, are carried out by drafting and developing a *project*. In the service industry, voluntary sector, scientific research, humanistic research but also in the personal sphere, applying what experts call an “executive intelligence” is essential. In other words, one must know how to solve specific situations by drafting projects that integrate skills, knowledge and values, that is, that apply the competences of life. (Marina, 2012).

However, the question arises: Are those involved in these creative tasks adequately prepared to carry out these projects? How does one teach and learn to “make projects”? At what point in the education system, from elementary to university level is “making projects” taught, a skill so necessary for private and professional life? The latest pedagogical studies from organisations such as UNESCO and OECD indicate the need “for quality educations that nurture research, curiosity, critical spirit, creativity, and social commitment”, in childhood education as well as primary and above all in secondary education (OECD, 2017). These objectives can be reached through active methodologies such as Learning Based on Projects (LBP) or Project Based Learning (PBL), applied to true to life problems and situations.¹ It is for this reason, that decades ago, the LBP is progressively being applied; replacing the method based on an encyclopaedic and selective vision of basic education. Does the same thing happen at university level? Do graduates leave with enough competence to then be able to apply the knowledge, (at least in their professional life) to real situations that may arise?

It seems logical to extend these educational strategies to the final stages of education, in this case university education, since, generally speaking, one of its main objectives is to provide more specific information related to the labour and cultural world typical of adult life. It is for this reason that we can affirm that “learning to make projects”, despite the generality of the concept, should constitute an important part of the curriculum of any graduate students who wants to choose a constructive, creative and proactive career in our society or to simply be more competent.

However, PBL continues to have a lesser impact in the final mark of secondary students that allow access to the University. At any rate, the atomization of subjects in the academic file, together with the University Admission Score (PAEU-PAU),² end up determining certain possibilities enrolment capacity (that together with the capacity of the centre will determine the minimum grade point average) which more often than not runs counter to the reality of the competences that must be mastered in order to determine higher studies. We are referring to certain university studies suggested by PBL as the backbone of the Study Plan. Specifically, the regulated studies of Architecture are a paradigmatic example of how the training of the future professional in architecture is based precisely on practical subjects in the workshop where they develop projects that integrate other disciplines like construction, calculating structures, history or representation. These studies also involve skills such as working a team, leadership, cultural grounding, the ability to summarize, research, curiosity, critical spirit, creativity or social commitment. When these teaching approaches are applied, the admission score and the process to enter University do not ensure the best and most appropriate student body profile. Inversely, quite often students who plan to take these subjects are not aware of these teaching approaches, and as a result, do not know if they have enough knowledge to adequately progress in the subject.

¹ In English, pedagogic terminology specifies the substantial difference between significantly different didactic dynamics. On one hand, there is Design-based learning (DBL), that in the Spanish or Latin sphere is developed in the project subjects and on the other, Project-Based Learning (PBL) is found or Problem-Based Learning (PBL), in other words, a learning by projects or problems where challenges are met but dynamics of designing a space or object are not involved.

² University admission score (PAEU or PAU in Catalunya), and commonly known as “selectivity” (*selectividad in Spanish*), aim to value the academic maturity, knowledge and the acquired competences in High School. It is a set of external tests formulated by universities and high schoolteachers. In the 2009–2010 term, these tests were redone adopting the name PAEG (*Prueba Acceso a Estudios de Grado/admission score Degree studies*).

Therefore, the aim of this work is to firstly demonstrate that, it is not necessarily the best students in pre-university education who will excel in carrying out architectural projects. And conversely, that students with low pre-university marks find within the learning of architectural and urban projects the impulse to show their skills and maturity in this area of knowledge –never before adequately developed or evaluated–. Achieving this objective will allow, in the near future, to reflect and improve the teaching curriculum in the architectural degree, a matter that includes the formulation of new Study Plans, the improvement of strategies of university and study guidance.

Finally, it is important to highlight that the quantitative model applied, simplified the reality of a multidimensional problem and was therefore varied. The qualitative research of student performance is addressed from aspects related with familiar surroundings (sociocultural and environmental contexts), with the academic surroundings (leadership of the academic body, features of the infrastructure and available institutional equipment, etc.), even including the application of diverse predictive models of performance. As demonstrated below, the simplification carried out allows to manage reliable data, such as the marks obtained by 3,910 students who were the subjects of the study, their test results and their final work grade. Therefore, the conclusions obtained are intricately linked to this drastic simplification. However, this fact allows for the inclusion of the totality of the students who successfully finished their studies with the 1994 Study Plan –from now on Plan 94– in the Barcelona School of Architecture of the *Universitat Politècnica de Catalunya* –ETSAB-UPC–.

2. Materials and methods

2.1 Field of study

In order to achieve the objectives outlined in the introduction, the degree of dependence of the grades obtained by the student body in architectural studies will be determined together with the University Admission score. Specifically, it is considered as a field of study of the Barcelona School of Architecture (ETSAB-UPC), the second oldest in the state and the one with the greatest number of students. An analysis will be carried out of the student performance in the last study plan now obsolete,³ and therefore with a population of analysis limited and closed in time: Plan 94 enabled for the professional practice, counted on a Final Degree Project or Capstone Project (*Proyecto Final de Carrera, PFC*) and with a total of 375 ECTS (acronym of “European Credit Transfer and Accumulation System”).⁴ The population which is the subject of this study is the set of students (total of 3,910 participants) who have passed all their subjects and their Final Project of the Plan 94.⁵

When Plan 94 was in effect (1994–2018),⁶ it is worth pointing out that another four education laws were passed in Spain: 1990–LOGSE (*Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de*

³ The 2010 Study Plan ends this term 2020–2021.

⁴ The Study Plan approved by resolution of September 8, 1994 (BOE (Official State Gazette) No. 238 of October 5, 1994).

⁵ Subsequently, the Degree in Architecture has been introduced (Plan 2010. In extinction. Qualifying -includes *PFG*/final project- 360 ECTS), & Degree in Architecture Studies (Plan 2014. In force. Not qualifying -includes *TFG*/thesis- 300 ECTS) The 2010 Plan was the first degree in Architecture Studies after the Bologna Declaration (1999), within the framework of the first phase of conversion to the EHEA (European Higher Education Area). This first phase is regulated in the reform of the Law of Universities (2007: Organic Law of Modification of the Organic Law of Universities, LOMLOU). The adaptation of Architecture studies is included in the *Libro Blanco título del Grado en Arquitectura* [White Book title of the Degree in Architecture (ANECA, 2005)]. In accordance with the second phase of conversion to the EHEA, the bachelor's degree is complemented by a master's degree in Architecture (MarqEtsaB, 60 ECTS), which does qualify for the exercise of the profession, with all its competences. The MarqEtsaB is homologated to the European masters (MECES 3.EQF Level 7: *University Master's Degree*). More global view of the University Degrees in the Spanish framework of higher education, after entering the EHEA, in: *University Degrees: how many and which ones?* Observatory of the University System, 2019.

⁶ In 2012 the termination of Plan 94 began, overlapping with later plans (2010 and 2014). The next of the study plans, 2010, will be definitively terminated in the 2020–21 academic year.

España/Organic Law on the General Organisation of the Education System); 1995-LOPEG (*Ley Orgánica de Participación, Evaluación y Gobierno de los Centros Docentes*/Organic Law on the Participation, Evaluation and Governing of Teaching Centres); 2002-LOCE (*Ley Orgánica de Calidad de la Educación*/Organic Law on the Quality of Education); 2006-LOE (*Ley Orgánica de Educación*/Organic Law on Education). One of the major changes that took place in relation to university Access is the elimination, after LOGSE, of the COU (*Curso de Orientación Universitaria*/Preparatory Course for University Study), introduced in 1970, together with 3 courses of the BUP (*Bachillerato Unificado Polivalente*/High School Degree).⁷

It must be pointed out that Plan 94, prior to the European Higher Education Area (EHEA), is the first study plan that includes the subject of Project Design in the first year. Unlike other centres, it joins the ETSAB in the first semester and is present until the Final Project in the fifth year. The subject of “projects” and its characteristic “architecture workshop” –space and training modality in which it is developed– becomes the most characteristic teaching practice of studies, both in the *Beaux Arts* tradition and in the polytechnic that began in the 19th century. Learning is not only “by projects”, but “by doing projects”, an aspect that defines the teaching-learning dynamics of the degree, both on the scale of the architectural object and at the urban and landscape level. This study is not restricted to the group of project subjects, but rather contextualises them within the framework of other technical and theoretical subjects, typical in both humanistic and science and polytechnic studies.

The study addresses the following questions: Is a good pre-university student a candidate to be a good architect under Plan 94? On the other hand, does the distribution of subjects contribute to a comprehensive architectural design, theoretical and technical training? And in particular, has the final degree project been a good tool to measure this suitability allowing to practice the profession successfully? If we can satisfactorily answer these questions, we can see if successive study plan (1994, 2010, and 2014) has improved learning and how future plans should be amended based on at least these important points.

2.2 Description of the problem of learning

The drop-out rate for architecture students during the selective phase, at least in recent years, is approximately 20%.⁸ To this percentage must be added the entire student population that do not pass the preparatory subjects during the first year and need a second or even third year (“grace year”). This statistic is especially important in “creative” subjects, of a project nature, which make up not only the first year but also the rest of the training modules. In this type of subjects, as we have been saying, mechanisms of thought and action, of understanding and application of knowledge and skills that are not exercised during the pre-university phase, are activated. Thus, although logical-mathematical and linguistic intelligence is decisive in secondary studies and in university admission scores, as is commonly accepted, it is not so in architecture training. That is why a low admission score can become a good academic record later on. In order to objectively assess this situation, and before making qualitative decisions, one must have objective and quantifiable data on the correspondence of the grades already cited. The results obtained may give indications to harmonise the contents of the various subjects of Architecture studies.

⁷ General Law of Education and Financing of Educational Reform (Law 14/1970). BOE no. 187 (August 6, 1970).

⁸ The rate increases to 30% when all study cycles are considered. The annual data can be consulted: <https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=1.1.13>. Likewise, from the Vice rector's office of Teachers and Students there is a yearly publication of “Informe sobre el rendiment acadèmic de l'estudiantat: abandonament el 1r any d'estudi” (“Informe sobre el rendimiento académico del estudiantado: abandono del 1r año de estudio/ Report on the academic performance of the students: abandonment in 1st year of study”). With regards to Catalunya, the agency AQU has recently published: http://www.aqu.cat/doc/doc_81940174_1.pdf. (“El rendiment acadèmic dels estudiants de primer any a la Universitat” [“The academic performance of students in 1st year University”]).

2.3 Organisation and systemisation of the study plan to analyse

Given that the aim is to work with a large number of subjects, on occasion diverse in nature, it is important to analyse the structure of the study plan in order to organise some groups that are coherent to the subjects, that will allow us to streamline the number and to extract more general conclusions. Specifically, 47 compulsory subjects appear. Likewise, the study that is proposed can be extrapolated to previous study plans, in addition to including other centres. Therefore, it would be interesting to organise all the data in coherent groups allowing for comparison, despite changes in name and content that may occur in the different study plan. Although the data focuses on Plan 94, the structure of 2010 and 2014 plans will be analysed. That way, an organisation of the subjects in modules that allow for comparison between them is proposed.

The first point to consider is the organisation of two large groups in the study plan which are the contents and the subjects. By *content* we mean the disciplinary unit of knowledge, defined in function of the competences that should be acquired once the training process has been completed. The study plans define the competences that are assigned to each subject content, the results of the learning, teaching methods and how they correspond to the training activities that they create. By *subject* we mean, the teaching-learning group that constitute one or two contents. It formally structures a certain study plan and involves gradable learning results which are explicit and coherent in the Course Guides.

In addition, in the Plan 94 verified in the ETSAB, which came from the Royal Decree of January 14 of that same year and established the general guidelines of the study plans for obtaining the Official University Degree of Architect, a series of *knowledge areas* were set, already present since the 1975 state plans, which were verified in the ETSAB and implemented in 1979. There were 7 areas: *Architectural construction, Architectural composition, Physics, Mathematics, Urbanism and Regional planning, Project Design, and Graphic expression*. The different subjects and their content were grouped into these 7 areas.

The first study plans that made the exercise of the regulated profession of Architect possible and that was adapted to the EHEA were defined in 2007. In the first phase of implementation in the ETSAB the 2010 plan was verified ("Bologna 1": Qualifying Degree of 5 years) and later the 2014 plan ("Bologna 2": 5-year degree + Qualifying Master). Both plans followed (approximately) the recommendations of the *White Paper of the Degree in Architecture*, prepared in 2005 by ANECA. The White Paper proposed to concentrate the competences of the degree (knowledge and skills) in 9 common training contents according to priority *areas of knowledge* and the grouping of these contents into three large *thematic groups*: propaedeutic, design and technical.

The areas of knowledge are as follows:

1. COMPOSITION: groups the main subjects "Theory and history of architecture", of the first year, and "Architectural composition", of the second year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Architectural Composition.
2. CONSTRUCTION: groups the main subjects "Construction", of the first year, and "Architectural constructions", of the second year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Architectural Constructions.
3. DRAWING: coincides with the main subject "Graphic expression in architecture", of the first year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Architectural Graphic Expression.
4. STRUCTURES: groups the main subjects "Introduction to building structures", of the first year, and "Building structures", of the second year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Mechanics of Continuous Media and Theory of Structures.

5. PHYSICS: coincides with the main subject "Physical foundations in architecture", of the first year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Applied Physics.
6. INSTALLATIONS: coincides with the main subject "Conditioning and services", second year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Architectural Constructions.
7. MATHEMATICS: coincides with the main subject "Mathematical foundations in architecture", of the first year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Applied Mathematics.
8. PROJECT DESIGN: groups the main subjects "Project Design", of the first year and "Project Design", of the second year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Architectural Projects.
9. URBANISM: groups the main subjects "Urbanism", of the first year, and "Urbanism", of the second year. It is linked as a priority to the area of knowledge of Urban Planning and Regional Planning.

These 9 common training contents were further grouped, making up 3 large thematic modules that correspond to the fundamental structure of official architecture education in Spain and with special clarity, have existed for 160 years: *the propaedeutic module* –logically, always placed at the beginning of the training and according to the periods, given outside or within the degree, outside or within the centres that taught it or with mixed formulas–, *the technical and the project design module* –which have always been within the degree, granting competences simultaneously throughout the academic courses that define it until they converged in the synthesis of the final project–. Specifically, the grouping that was carried out in these *units* were:

1. PROPAEDEUTIC MODULE: this includes the common contents of "Drawing", "Physics" and "Mathematics".
2. TECHNICAL MODULE: includes the common training contents of "Construction", "Structures" and "Installations".
3. PROJECT DESIGN MODULE: includes the common training contents of "Composition", "Project Design" and "Urbanism".

The study plans verified in the ETSAB after the White Book (Libro Blanco) incorporate with some nuances these large thematic units, called *modules*, adding an *optional unit* and a fundamental *unit*, corresponding to the subjects of Architectural Representation. Thus, in the 2010 and 2014 ETSAB Plans, all subjects are organized in this way:

- Propaedeutic module: Mathematics, Physics, Drawing and Introduction to Architecture (including the theory, technical and basis for design).
- Technical module: Technology and Structures.
- Design module: Project, Urbanism and Composition (Theory and History).
- Fundamental module with the topic Architectural Representation.
- Elective module with general and specialisation electives.

With this outlook, this work is committed to adopting the 9 knowledge areas of the ANECA White Paper as a criterion for grouping the subjects and their respective subjects, since it allows not only the analysis of Plan 94 but also, ETSAB's 2010 and 2014 plans, in addition to previous plans.⁹

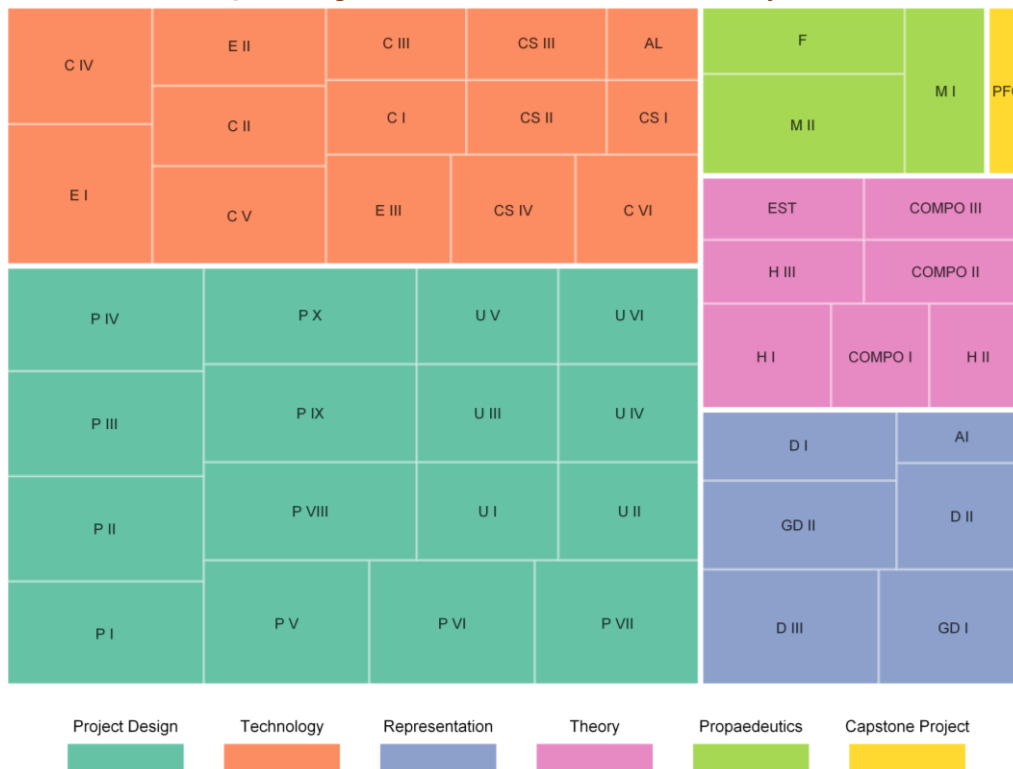
Regarding the general modules of the study plans, the two models presented (ANECA and 2010-2014 ETSAB plans) must be put into context, since they do not consider the typical learning in the workshop and through design (Projects Based Learning). Thus, topics and subjects as diverse as Project Design

⁹ For more details, the methodological, ideological and pedagogical bases of current architecture study plans, see: García-Escudero, D. and Bardí Milà, B. (2020). On an approach to the discipline of the architectural project from the sciences and its own knowledge, see: Fayos Vallés, F. (2017).

and Art History, for example, cannot be part of the same module. In this respect, the following criterion is adopted (Figure 1):

1. PROPAEDEUTICS MODULE: includes the common training contents of basic sciences: "Physics" and "Mathematics".¹⁰
2. TECHNOLOGY MODULE: includes the common training contents of "Construction", "Structures" and "Installations", both for the first year and for the rest of the courses.¹¹
3. PROJECT DESIGN MODULE: includes the common training contents of "Projects" and "Urbanism".
4. THEORY MODULE: includes the common training contents of "Theory and history".
5. REPRESENTATION MODULE: includes the subjects of Drawing, Descriptive Geometry and the subsequent subjects of Graphic Representation.

Figure 1. Organization scheme of modules and subjects



Source: authors' own work based on ETSAB data

2.4 Data analysis techniques

In the first instance, the "Pearson correlation coefficient 'r'" will be used, which makes it possible to measure the degree of dependence between two statistical variables as long as they are quantitative

¹⁰ It should be noted that this grouping does not correspond to the usual preliminary introduction module the study plans, which include all the first-year subjects, both the basic subjects of initial training and those of the degree. In this case, a grouping is proposed, as it has been developed in the text, which distributes the content and courses differently, in relation to their more specific content within the degree.

¹¹ The group in this module of the Projects and Urban Planning subjects is a matter strictly limited to the academic tradition of the ETSAB, where both subjects have been taught within the so-called "architecture workshops" and a Design-based learning (DBL). In other centers, Urban Planning is part of the more Anglo-Saxon tradition of the planner, more focused on planning and related sciences than on the design of space and the urban project that Manuel de Solà-Morales has promoted at ETSAB since the end of the decade of 1960. Consult the monography on learning architecture: Franquesa, J. and Sabaté, J. (2019).

and continuous. For example, the first variable could be the university admission score of each student. The second, the average mark of each of the marks obtained in the subjects that make up a given thematic module weighted by their number of credits in the module in question.

In a second instance, the first results are subjected to a *multivariate analysis*. The “one to one” correlations provide a lot of information, but they are lacking, that is, they do not consider the rest of the variables that can influence a particular one. Among the various models to study multivariate correlations, “multiple regression” has been used. This type of analysis aims to establish a (linear) function that allows predicting the value of a variable, unknown in principle, based on other known variables. In this way, the variables which most influence the one you want to predict can be observed.

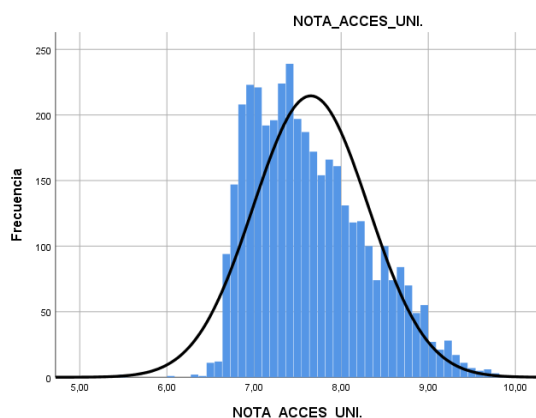
3. Analysis results of Plan 1994

The analysis has focused on all the grades of the population that has completed all the studies of Plan 94, that is, 3,910 students. In the figure below, blue represents the frequency histogram of the marks of the 3,910 students and the fitted normal curve in black (Figure 2).

Based on the criteria presented above, and in accordance with the 5 thematic module that have been described in the previous section, “The grade of a thematic unit” is defined as the weighted average of the marks obtained in the subjects of the module in question with its relative weight within the module. In the following 5 figures, the frequency histogram of the grades of each of the thematic modules has been represented in blue, the corresponding normal curve in black and finally the mean grade and standard deviation, according to the usual statistical definitions (Figures 3-7).

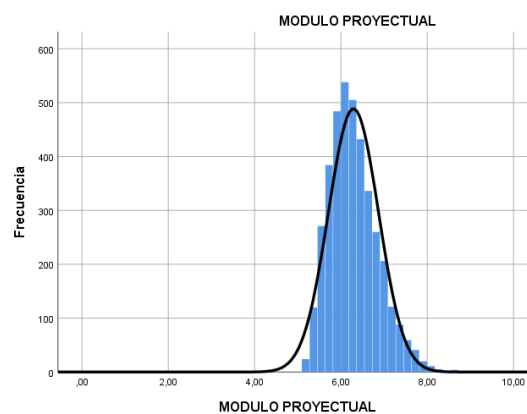
Firstly, it is observed that the variables roughly conform to a normal distribution, a requirement for the application of the statistical techniques mentioned above. To identify the correlation between the admission score, the grades of each of the 5 modules, the grade of the Final Degree Project and the grade of the Degree (weighted average of the grades of all the subjects), it has been used, as already stated above, the “Pearson r factor”, which represents the degree of correlation between two sets of values.

Figure 2. Histogram of frequencies Plan 94 of the admission score



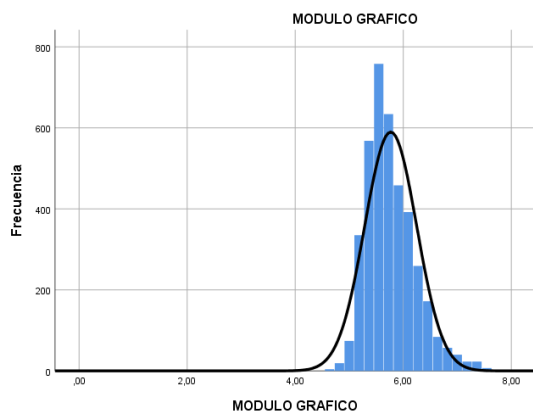
Source: Authors' own work based on ETSAB data

Figure 3. Histogram of frequencies of the project design module grade



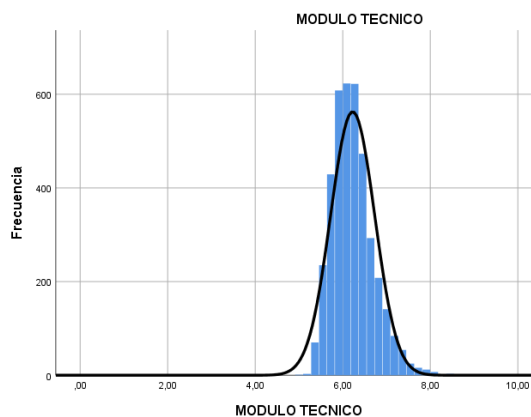
Source: Authors' own work based on ETSAB data

Figure 4. Histogram of frequencies of the representation module grade



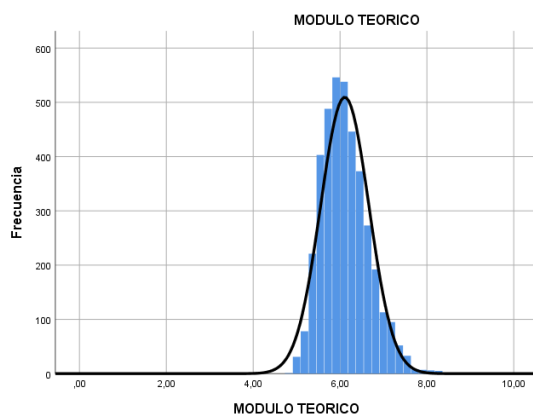
Source: Authors' own work based on ETSAB data

Figure 5. Histogram of frequencies of the technology module grade



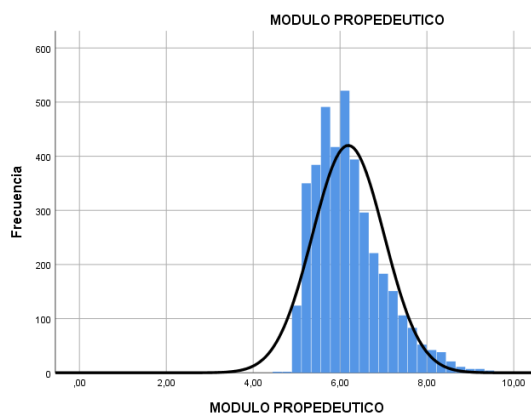
Source: Authors' own work based on ETSAB data

Figure 6. Histogram of frequencies of the theory module grade



Source: Authors' own work based on ETSAB data

Figure 7. Histogram of frequencies of the propaedeutic module grade



Source: Authors' own work based on ETSAB data

In the following table (1) the values of 'r' for the pairs can be seen:

- Admission scores and grades of each of the thematic modules.
- The PFC grade and grade of each one of the thematic modules.

Table 1. Pearson Factor “r”

	Representation	Project Design	Propaedeutic	Technology	Theory
Admission score	0.319	0.347	0.381	0.470	0.467
Capstone Project (PFC)	0.165	0.432	0.056	0.166	0.227

Source: Authors' own work based on ETSAB data

In addition, the Pearson “r” has been obtained for these pair of grades:

- I) Admission score and Final Degree Project/Capstone Project (PFC) $r=0.192$
- II) Admission score and Architecture grades $r=0.534$
- III) Architecture grade and Final Degree Project/Capstone Project (PFC) $r=0.392$

In the attached summary table, the variables of the analysis and the descriptive indicators can be observed, with the mean, the standard deviations, the maximum and minimum values, percentiles and the asymmetry and kurtosis indices of each of the variables used in the analyses (Table 2).

Table 2. Table summary

	N		Desv.			Error estándar de		Error estándar			Percentiles		
	Válido	Perdidos	Media	Desviación	Asimetría	asimetría	Curtosis	de curtosis	Mínimo	Máximo	25	50	75
NOTA_ACCES_UNI.	3910	8	7,6519	,66078	,594	,039	-,257	,078	5,49	9,83	7,1200	7,5400	8,0900
MODULO GRAFICO	3913	5	5,7671	,48127	-,328	,039	13,482	,078	,17	7,94	5,4423	5,6923	6,0250
MODULO TECNICO	3913	5	6,2260	,50447	-,442	,039	14,836	,078	,17	8,86	5,8923	6,1731	6,4808
MODULO TEORICO	3913	5	6,1084	,55716	-,258	,039	8,695	,078	,23	9,12	5,7250	6,0455	6,4318
MODULO PROYECTUAL	3913	5	6,2913	,58086	-,130	,039	7,121	,078	,35	8,69	5,8857	6,2310	6,6357
MODULO PROPEDEUTICO	3913	5	6,1890	,82596	,505	,039	3,369	,078	,06	9,86	5,5714	6,0714	6,6429
PROYECTE_FL_CARRERA	3910	8	6,999	1,3712	,273	,039	-,775	,078	5,0	10,0	6,000	7,000	8,000
NOTA GLOBAL ARQUITECTURA_MITJANA PORRDERADA	3911	7	6,1423	,40171	-,034	,039	13,131	,078	,19	8,25	5,8600	6,0897	6,3675

Source: Authors' own work based on ETSAB data

To complement and promote a better understanding of the results obtained, the matrix (symmetric) is constructed that shows the correlations between thematic modules (Table 3). All the correlations between modules are statistically significant ($p < 0.001$).

Table 3. Correlation matrix between modules

	Representation	Project Design	Propaedeutic	Technology	Theory
Representation	1	0.336	0.257	0.340	0.359
Project Design	0.336	1	0.135	0.387	0.412
Propaedeutic	0.257	0.135	1	0.442	0.228
Technology	0.340	0.387	0.442	1	0.443
Theory	0.359	0.412	0.228	0.443	1

Source: Authors' own work based on ETSAB data

3.1 Correlation between admission score and PFC

The *low correlation* between the admission scores and the Final Project Degree (PFC) grades is especially illustrative. To visualize this fact, a frequency histogram has been made between these two variables. First, the grades are grouped in the concatenate matrix that shows how the PFC grades are distributed based on the admission score of the 3,910 students (Table 4).

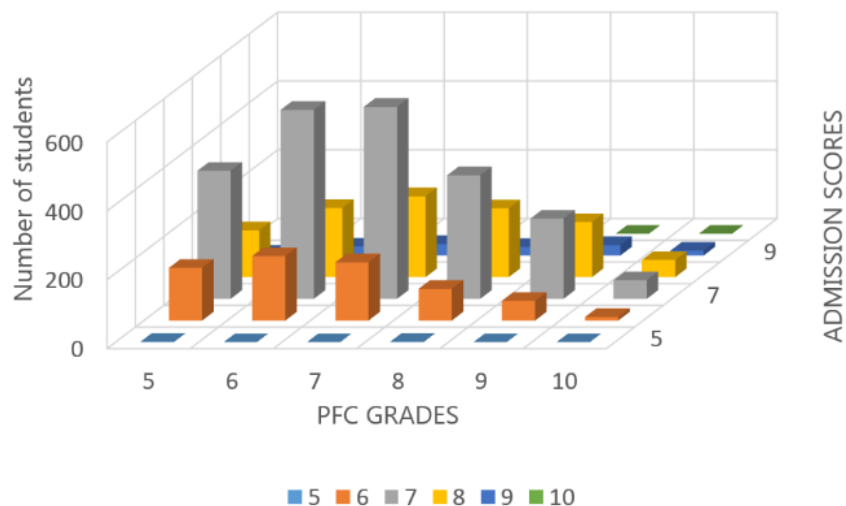
Table 4. Concatenate matrix with grouping of grades

	PFC	5<=x<6	6<=x<7	7<=x<8	8<=x<9	9<=x<10	x=10	
Admission score								
5<=x<6		1	0	0	1	0	0	2
6<=x<7		153	187	169	92	57	10	668
7<=x<8		372	549	558	359	233	54	2125
8<=x<9		136	201	235	200	160	50	982
9<=x<10		5	26	33	25	30	14	133
x=10		0	0	0	0	0	0	0
		667	963	995	677	480	128	3910

Source: Authors' own work based on ETSAB data

As demonstrated, the majority of students are between 7 and 8 of the admission score, followed by those of 8 and 9, and those of 6 and 7. Likewise, these data can be represented in a frequency Histogram (Figure 8):

Figure 8. Histogram of frequencies between admission scores and PFC grades



Source: Authors' own work based on ETSAB data

In the figure:

- The *vertical axis* represents the *number of students*.
- The *horizontal axis* shows (from left to right of the figure) the PFC grades. They range from 5 to 6, 6 to 7, 7 to 8, 8 to 9, 9 to 10 and 10.
- On the *third axis* (perpendicular to the depth of the paper or screen and increasing from front to back) are the intervals of admission scores. **Dark Blue** corresponds to students with an admission score between 5 and 6, **orange** between 6 and 7, **grey** between 7 and 8, **yellow** between 8 and 9, **light blue** between 9 and 10, **green** 10.

The low correlation between these two variables is seen, for example, in the fact that for a band of admission score (a certain colour) there are PFC marks of all values, from 5 to 10, following a distribution like the one shown seen in the figure.

From this concatenated matrix the following information can be extracted:

- * Students with an admission score between 6 and 7 (668 students).
 - 23% have between 5 and 6 in PFC
 - 10% have between 9 and 10 (67 students)
- * Students with an admission score between 9 and 10 (133 students).
 - 4% have between 5 and 6 in PFC
 - 33% have between 9 and 10 (44 students)
- * 8% of the students that obtain a 10 in their PFC grade are from the lowest entry grade range, from 6 to 7, which in turn contributes 12% to the PFC grade between 9 and 10.
- * The student body who have an admission score between 7 and 9 provide approximately 75% in all the PFC bands.
- * The student body who have an admission score between 6 and 7, 9 and 10 provide approximately 20% in all the PFC bands.

3.2 Correlation between admission score and project design module

The correlation between the admission score and the project design module grade (PDM grade) is also low. Firstly, the notes will be grouped as shown in the matrix (Table 5).

Table 5. Concatenate matrix of grouping of grades

	PDM grade	5<=x<5.5	5.5<=x<6	6<=x<6.5	6.5<=x<7	7<=x<7.5	7.5<=x<8	8<=x<8.5	8.5<=x<9	
Admission score										
5<=x<6		0	1	0	1	0	0	0	0	2
6<=x<7		50	269	249	79	18	2	0	1	668
7<=x<8		110	642	767	427	139	33	5	2	2125
8<=x<9		25	176	324	276	126	48	7	0	982
9<=x<10		1	9	28	36	33	20	5	1	133
x=10		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		186	1097	1368	819	316	103	17	4	3910

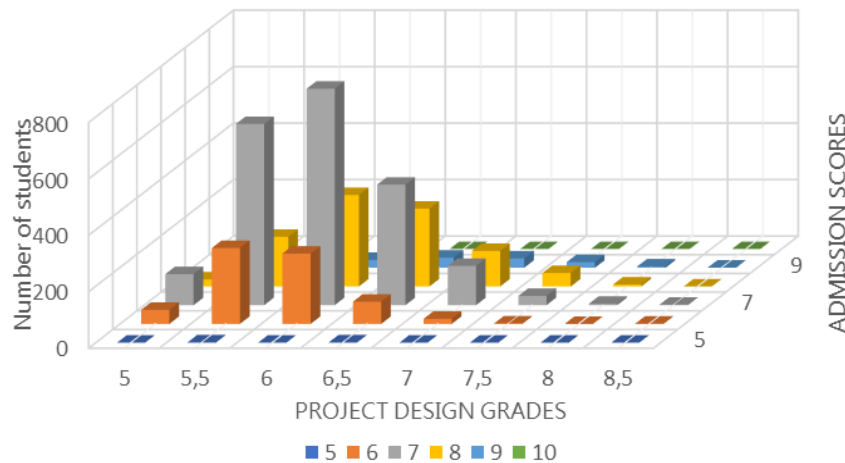
Source: Authors' own work based on ETSAB data

In figure 9:

- The vertical axis represents the number of students.
- The horizontal axis (from left to right of the figure), the mark intervals of the architectural design module are shown from 5 to 5.5, 5.5 to 6, ...9.5 to 10 and 10.
- The third axis (perpendicular to the depth of the paper or screen and increasing from front to back) are the intervals of admission scores. **Dark blue** corresponds to students with an admission score between 5 and 6, **orange** between 6 and 7, **grey** between 7 and 8, **yellow** between 8 and 9, **light blue** between 9 and 10, **green** 10.

The low correlation between these two variables is observed, for example, in the fact that for a band of an admission score (a certain colour) there are marks of the architectural design module of all the values, from 5 to 8 mostly.

Figure 9. Histogram of frequencies between project design module grades and admission scores



Source: Authors' own work based on ETSAB data

3.3 Multivariate correlations

As already indicated, the correlations, one-to-one, provide a lot of information, but they are lacking – that is, they do not consider the rest of the variables that can influence a given variable–. For example, the PFC grade has been mapped to the grades for a certain topic module, but not all together.

In this section some interesting multivariate correlations are shown. Of the possible models used to study multivariate correlations, "multiple regression" has been applied. The objective of this type of analysis is to establish a linear function that allows us to predict the value of a variable, unknown in principle –PFC grade, for example–, based on other known variables –grades from the various thematic modules–. In this way, you can see which are the variables that most influence the one you want to predict. However, since the PFC grade, are also known, the method allows us to measure the goodness of fit. The latter is provided by the model itself through the comparison between the predicted value and the actual value. This is reflected (as in the previous bivariate case by Pearson's 'r') by the magnitude called R^2 or coefficient of determination or explained variability of the model, $0 \leq R^2 \leq 1$, the closer this value is to 1, the better the linear fit.

- I) To begin with, the method is applied to a simple example: Is there a multilinear correlation between the thematic module grade –from now on thematic MG– and the architecture grade. The answer should be "yes" since this mark is the weighted average of the thematic modules and therefore the linear dependence is absolute. In effect, the result is:

$$\text{Architecture grade} = 0.002 + 0.432 \cdot \text{Project Design MG} + 0.260 \cdot \text{Technology MG} + 0.130 \cdot \text{Representation MG} + 0.11 \cdot \text{Theory MG} + 0.069 \cdot \text{Propaedeutic MG}$$

$R^2=1$, as could be expected.

- II) The multilinear correlation between the thematic modules and the PFC is:

$$\text{PFC grade} = -0.222 + 0.998 \cdot \text{Project Design MG} + 0.153 \cdot \text{Theory MG}$$

$R^2=0.19$

The quality of linear adjustment is ($R^2=0.19$). However, as observed, in this approximation the importance of the marks in the other thematic modules is insignificant with respect to the project design module which approximates the value 1, except in the case of theoretical. This means that the grades of the project module practically determine that of the PFC (with an explanatory variability of 19%).

- III) As the quality of the previous adjustment is unsatisfactory, research can be carried out to ascertain if there is a multilinear correlation between the best Final degree Project grades, specifically between 8 and 10, and the grades of the thematic modules. The result is:

$$\text{PFC grades}_{8-10} = 6.3 + 0.273 \cdot \text{Project Design MG} + 0.083 \cdot \text{Theory MG}$$

$R^2= 0.076$

The PFC grade $_{8-10}$ now depends weakly on the grade of the architectural design module and to a lesser extent still on the theoretical module and undesirably on the rest of the module grades. This indicates that satisfactory PFC grades come from students with all kinds of grades, as seen previously.

- IV) Finally, the multivariate correlation between the grades of the module and that of admission is verified (backward in time).

$$\text{Admission score} = 1.537 + 0.324 \cdot \text{Theory MG} + 0.275 \cdot \text{Technology MG} + 0.165 \cdot \text{NM Propaedeutic MG} + 0.133 \cdot \text{Project Design MG} + 0.098 \cdot \text{Representation MG}$$

$R^2=0.353$

The quality of the adjustment is quite good and it can be observed that the contribution of the architectural design module is small, a conclusion not reached in the bimodal or bivariate correspondence.

4. Discussion and conclusions

Firstly, and bearing in mind that in the field of social sciences $r=0.3$ is usually considered an acceptable or even high correlation, we conclude *that the admission score has a low or moderate correlation with the grades of the five modules*. In this framework, the low correlation of the preliminary introduction module, consisting of disciplines already present in pre-university courses, such as

mathematics or physics, is especially relevant. It is also remarkable that the ordering from highest to lowest admission score is not maintained (low correlation) in one of the most significant modules of Architecture studies, such as the Architectural design module. This low correlation is already observed in the two semester subjects of the first year of this discipline ($r=0.17$ for Project Design I and $r=0.19$ for Project Design II). However, the correlation with the theoretical and technical modules are the highest of the five thematic modules, despite the fact that all the correlations are between low or slightly moderate, and there are no modules with high or very high correlation.

Secondly, *the PFC score has a very low or low correlation with all modules except project design*. The low correlation of the propaedeutic, representation and technology modules are highlighted, and it is necessary to reflect on this surprising fact considering that the PFC is defined as "an architecture project that will be carried out integrating the knowledge of all the disciplines studied", according to the Plan 94. Likewise, it is remarkable that one of the most significant modules of Architecture studies, such as the Architectural design module, has a moderate correlation with the PFC although a long way from rest of the modules.

Thirdly, *the correlation between the admission score and the PFC score is very low*. This means that the ordering of the admission marks from highest to lowest has no importance in the order from highest to lowest grades of the PFC. There is a surprising alteration of the order that indicates to what extent going through the degree alters the academic records at a quantitative level, reaffirming one of the initial hypotheses: *not necessarily the brightest students in pre-university studies will be successful in achieving a degree of high maturity when carrying out architecture projects*. In this context, of the 668 students who obtained a lower admission score, between 6 and 7, 10% of them obtain between 9 and 10 grade on the PFC. It is clearly a sign of the alteration of the detected order. Likewise, of the 133 students with an admission score between 9 and 10, only 33% obtained between 9 and 10, which is plentiful in this alteration of the order.

Fourthly, *regarding the correlation between thematic modules, the very low correlation of the preliminary introduction module with the project design module is noteworthy, while the moderate correlations between the pairs are remarkable: preliminary introduction-technical and theoretical-architectural design, which are the highest among thematic modules*. For its part, there is the correlation between the architecture grade, the admission score and PFC grade. Considering the weighted average of all the grades in core and compulsory subjects (including the PFC) and in correlation with those of admission, the highest correlation of those obtained is observed. How is it that module by module the correlations weren't that high and now we get the highest correlation? This is due to the fact that Pearson's 'r' factor calculation algorithm from two statistical variables is strongly non-linear with these two variables. In the same way, considering the weighted average of all the marks in core and compulsory subjects and in correlation with those of the PFC, a value close to 0.4 is observed, which is almost moderate. It should be remembered that the relative weight of the subject of the PFC is 1%, very low compared to the weight of the modules; representation 13%, technology 26%, theory 26%, propaedeutic 7%, project design 42%.

Thus, in this work the intention to be very close to the raw data and their analysis has been deliberate. There has been no attempt to make suggestions about how the pre-university education of future architecture students should be, or even of the modules studied or other university disciplines, issues that should be addressed in subsequent studies in the light of these initial data. Nonetheless, a number of conclusions can be drawn.

The first data obtained are essential to establish objective bases on which not only to adapt the Architecture Studies –especially the first year of the bachelor's degree– to the knowledge and skills of new students, but also to suggest what type of pre-university curricular content is more

appropriate to study. The dynamics of architecture workshops and the mental judgments derived from creative thinking and the conception of shapes and spaces become an essential educational process, not only in the project module, but in all, and in related disciplines of the world of engineering and science.

In a second order of results, this study aims to join a broader reflection of the teaching world on training based on “project work”.¹² In the field of basic education schools, working “by projects” has been frequent in the past, but it appears strongly with the “Escola Nova 21”,¹³ a program that can be considered the inspiration for the “Margalida Comas” program, which at the university seeks to reform higher education.¹⁴ Likewise, it seems clear that working through projects meets the 7 UNESCO requirements to create a space for making good use of school time (OECD, 2017):

- Active participation of the student body
- Cooperative learning
- Importance of emotions and interests of the student body
- Focus on the personal differences in the classroom
- Learning as a challenge
- Strategies for a coherent education
- Horizontal interconnection between courses

Likewise, from the point of view of employability, it is obvious that, both in the field of scientific research and technological innovation, as well as companies and political-social management, working for projects plays a central role. Analysing the correlation of the grades of the subjects in project design with the admission score, in addition to their parallels in each course, is key in determining which are the indicators to improve the work in this important methodology, not only by architects, but also by professionals of any specialty.

Finally, when observing the data that we have previously stated, the following conclusion can be drawn (Figure 10):

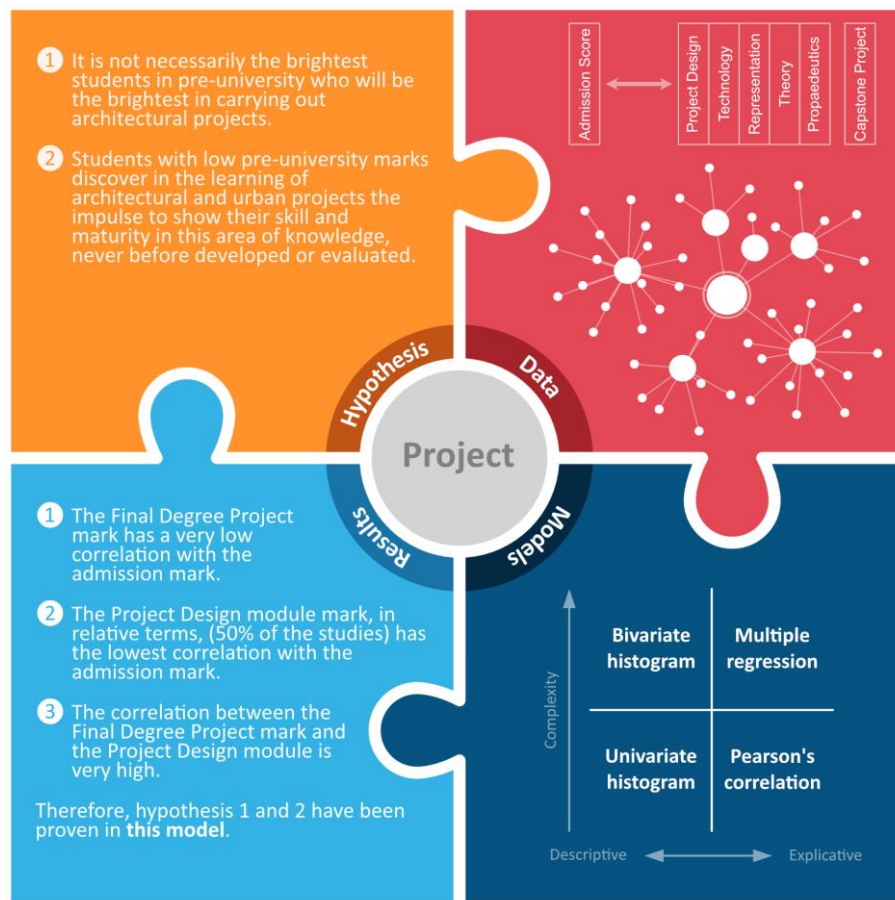
- I) If the PFC is considered as “the summary of the teachings in the ETSAB in the 1994 Plan”, what is observed is that the skills that make it possible to obtain a good admission score are not necessarily useful in terms of the knowledge and skills needed to be good architects (very low correlation between admission mark and PFC).
- II) At the same time, the PFC grade does have a better correlation with the results obtained in the project design module and, furthermore, the latter are poorly correlated with the admission score. This agrees with the thesis mentioned in the previous point.
- III) However, the admission scores correlate better with the grades for all studies, that is, the Architecture grade. This indicates that broad spectrum of graduates that leave the ETSAB: project designers, technologists and architectural theorists.

¹² Recent news on the need to change education in high school: “#canviemelbatxillerat: la iniciativa de tres professores per renovar el batxillerat” | #canviemelbatxillerat: the initiative of three teachers to renew the Baccalaureate.”

¹³ Escola Nova 21 has been an alliance of schools (primary and secondary) and civil society entities for an advanced educational system that was carried out between 2016 and 2019, responding to the United Nations 2030 Agenda and UNESCO's call to the participation of all sectors in an inclusive process to enable the educational paradigm shift. Escola Nova 21 has proposed a transformation of the educational system so that it is updated, fully adopting a purpose aimed at developing life skills in our historical context and learning practices based on existing knowledge of how people learn. <https://www.escolanova21.cat/>

¹⁴ This is a program of the government of Catalunya, established in 2017, to collaborate with the efforts of the universities to modernise and adapt teaching and learning methods, 7 years after the start of the degrees adapted to the European Higher Education Area.

Figure 10. Ideogram of the research summary



Source: Authors' own work based on ETSAB data and research

Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to the Management of the ETSAB for providing the data to carry out this study, and especially to the Head of Academic Management, Elisa Capellades, and to the computer scientist Lluís Ferrer, for their help in management and organisation of all data. Likewise, the support of the UPC's *Institut de Ciències de l'Educació* (ICE-UPC) has been crucial for this study, which has financed the initiative as an educational innovation project. Finally, the study would not have been possible without the advice on statistical techniques of Professor Antonio Ruiz Bueno from the University of Barcelona.

Authorship

The third author was the main promotor of the research. Little by little he encouraged other authors to join the project from their different specificities. The first two authors, specialists in teaching innovation, have worked on the context of the different study plans and have organized the 94-study plan into modules to be able to compare the data. The other two authors have carried out all the calculations, analysed the data and produced the different graphs to be able to visualize them. The conclusions were drawn up jointly.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Bibliography

- AQU Catalunya. (2020). *El rendiment acadèmic dels estudiants de primer any a la Universitat*. [El rendimiento académico de los estudiantes de primer año a la Universidad]. Retrieved from http://www.aqu.cat/doc/doc_81940174_1.pdf
- ANECA. (2005). *Libro Blanco título del Grado en Arquitectura*. Retrieved from http://www.aneca.es/var/media/326200/libroblanco_arquitectura_def.pdf
- Boletín Oficial del Estado, number 238, de 5th October 1994, pp. 3829-3831. Plan de Estudios. Retrieved from <https://www.boe.es/boe/dias/1994/02/05/pdfs/A03829-03831.pdf>. Also available at https://etsab.upc.edu/ca/estudis/estudis-extingits/pdf/1_plan-arquitectura-94.pdf/view
- Corominas, A. and Sacristán, V. (2019). *Grados universitarios: ¿cuántos y cuáles?* Observatorio del Sistema Universitario. Retrieved from <https://www.observatoriuniversitari.org/es/files/2019/03/Informe-grados.pdf>
- Escola Nova 21. <https://www.escolanova21.cat/>
- Fayos Vallés, F. (2017). El proyecto arquitectónico a la luz del "paradigma indicial" | The architectural project under the perspective of the "indicial paradigm". *ACE: Architecture, city and environment*, 12(34), 283-290. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.12.34.5294>
- Franquesa, J. and Sabaté, J. (2019). El Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori (DUOT) y la enseñanza del Urbanismo | The Department of Urbanism and Regional Planning and the Teaching of Urbanism. *ZARCH*, (12), 12-27. DOI: https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2019123535
- García-Escudero, D. and Bardí Milà, B. (2020). El debate sobre la enseñanza de la arquitectura en España: 1957-1975 | The teaching debate on architecture in Spain: 1957-1975. *En Blanco. Revista de Arquitectura*, 12(28), 106-123. DOI: <https://doi.org/10.4995/eb.2020.13026>
- Ley 14/1970, 4th August, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. Boletín Oficial del Estado, n. 187, 6th August 1970, pp. 12525-12546. Retrieved from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1970-852>
- Ley orgánica 4/2007, 12th April, amending the Organic law 6/2001, of 21st December, of Universities. Retrieved from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-7786>
- Marina, J. A. (2012). *La inteligencia ejecutiva*. Barcelona: Ariel.
- Monterde, I. (27 January 2021). #canviemelbatxillerat: la iniciativa de tres professors per renovar el batxillerat [#canviemelbatxillerat: the initiative of three teachers to change the Baccalaureate]. 324. Retrieved from <https://www.ccma.cat/324/canviemelbatxillerat-la-iniciativa-de-tres-professores-per-renovar-el-batxillerat/noticia/3073558/>
- OCDE. (2017). *The OECD Handbook for Innovative Learning Environments*. [Manual per a entorns d'aprenentatge innovadors. Barcelona: OCDE, Editorial UOC, UNESCO, 2018; Manual para entornos de aprendizaje innovadores. 2020]. Retrieved from <http://www.oecd.org/education/the-oecd-handbook-for-innovative-learning-environments-9789264277274-en.htm>
- UPC, Vicerectorado de Docència i Estudiantat. (2019). Informe sobre el rendiment acadèmic de l'estudiantat: abandonament el 1r any d'estudi [Informe sobre el rendimiento académico del estudiantado: abandono del 1r año de estudio/A report about the academic performance of the student body: abandoning the 1st year of study]. Retrieved from <https://govern.upc.edu/ca/c-de-gov/sessio-07-2019/2019estudis>
- UPC. (2021). Resultats acadèmics dels estudis de grau per centre i estudi. Retrieved from https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=1_1_13

Versión en castellano / Spanish version

1. Introducción

Gran parte de la actividad laboral creativa o no-algorimizable, la que pretende alcanzar unos objetivos aplicados y tangibles a partir de unas premisas establecidas y utilizando unos recursos dados, se realiza formulando y desarrollando un *proyecto*. En los ámbitos de la industria, los servicios, el tercer sector, la investigación científica, la investigación humanística, pero también en el ámbito de la vida privada, hay que aplicar lo que algunos expertos han denominado una “inteligencia ejecutiva”. Dicho en otras palabras, hay que saber resolver situaciones concretas formulando proyectos que integren habilidades, conocimientos y valores, es decir, que utilicen las competencias para la vida (Marina, 2012).

Sin embargo, podríamos formular la pregunta: ¿los implicados en estas tareas creativas estamos suficientemente preparados para llevar a cabo estos proyectos? ¿Cómo se enseña y aprende a “hacer proyectos”? ¿En qué momento del sistema educativo, desde el grado elemental hasta la universidad, se aprende a “hacer proyectos”, tan necesarios para la vida laboral y privada?

Los últimos estudios pedagógicos de organizaciones como la UNESCO o la OCDE apuntan a la necesidad “de una educación de calidad que alimente la indagación, la curiosidad, el espíritu crítico, la creatividad y el compromiso social”, tanto en la educación infantil, como en la primaria y, sobre todo, en la secundaria (OCDE, 2017). Estos objetivos se pueden alcanzar especialmente con metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (-ABP- o Project-Based Learning -PBL-), aplicadas a problemáticas y situaciones lo más próximas a la realidad como sea posible.¹⁵ Es por eso que, hace ya algunas décadas, el método de aprendizaje ABP se está implantando progresivamente sustituyendo al método basado en una visión enciclopedista y selectiva de la educación básica. ¿Pero ocurre lo mismo en las universidades? ¿Salen los graduados con las competencias suficientes para aplicar sus conocimientos a las situaciones reales que plantea, al menos, la vida profesional?

Parecería lógico prolongar estas estrategias educativas iniciales a los últimos estadios de la educación, como es el caso de la educación universitaria ya que, en términos generales, uno de sus objetivos es proporcionar una formación más específica y cercana al mundo laboral y cultural propio de la vida adulta. Es por ello que podemos afirmar que “aprender a hacer proyectos”, a pesar de la generalidad del concepto, debería ser una parte importante en el currículum de cualquier estudiante graduado que quiera optar a un trabajo constructivo, creativo o propositivo en nuestra sociedad, o simplemente ser más competente.

Sin embargo, el PBL sigue teniendo un impacto pequeño en la nota final de los estudios de secundaria que dan acceso a la Universidad. Al fin y al cabo, la atomización de asignaturas del expediente académico, junto con la prueba de acceso a las universidades, las PAEU-PAU,¹⁶ acaban determinando unos potenciales de matrícula (que junto con las capacidades de los centros derivará en la nota de corte) que en muchas ocasiones chocan con la realidad de las competencias que hay que dominar para desarrollar unos determinados estudios superiores. Nos estamos refiriendo a determinados estudios universitarios que plantean los PBL como espina dorsal del Plan de Estudios. En particular, los estudios reglados de Arquitectura son un ejemplo paradigmático de cómo toda la formación del futuro profesional de la arquitectura se basa, precisamente, en asignaturas prácticas de taller donde se desarrollan proyectos que integran otras disciplinas como la construcción, el cálculo de estructuras, la historia o la representación, pero que también implican habilidades como el trabajo en grupo, la capacidad de liderazgo, el bagaje cultural, la capacidad de síntesis, la indagación, la curiosidad, el espíritu crítico, la creatividad o el compromiso social. Cuando estos planteamientos docentes se dan, las notas de acceso y los procedimientos de ingreso a la universidad no aseguran el mejor y más adecuado perfil del estudiantado. Inversamente, es muy frecuente encontrar estudiantes que pretenden cursar los estudios desconociendo estos planteamientos docentes, y por lo tanto sin ni siquiera sospechar si sus conocimientos y habilidades serán suficientes para progresar adecuadamente en los estudios.

Por todo ello, el objetivo de este trabajo es, en primer lugar, mostrar que no necesariamente los estudiantes más brillantes en los estudios preuniversitarios serán brillantes en la realización de proyectos de arquitectura. Y, contrariamente, mostraremos que estudiantes con notas preuniversitarias bajas encuentran en el aprendizaje de los proyectos arquitectónicos y urbanos el impulso para mostrar sus habilidades y madurez en esta área del

¹⁵ En el ámbito anglosajón la terminología pedagógica precisa la diferencia substancial entre dinámicas didácticas sensiblemente diferentes. Por un lado, existe el Design-based learning (DBL), que en el ámbito español o latín se desarrolla en las asignaturas proyectuales, y por el otro se encuentra el Project-Based Learning (PBL) o el Problem-Based Learning (PBL), es decir, un aprendizaje por proyectos o problemas donde se revuelve un reto, pero no intervienen dinámicas de diseño de un espacio u objeto.

¹⁶ Las pruebas de acceso a la universidad, PAEU o PAU en Cataluña, y comúnmente conocidas como “selectividad”, tienen por objetivo valorar la madurez académica, los conocimientos y las competencias adquiridas en el bachillerato. Son un conjunto de pruebas externas formuladas desde las universidades con la colaboración del profesorado de bachillerato. En el curso 2009-2010 estas pruebas se reformaron adoptando la nomenclatura PAEG (Prueba Acceso a Estudios de Grado).

conocimiento –nunca antes suficientemente potenciadas o evaluadas–. Alcanzar este objetivo permitirá, en un futuro cercano, reflexionar y mejorar el currículum docente en el grado de Arquitectura, cuestión que incluye la formulación de nuevos Planes de Estudios, la mejora de las estrategias de orientación universitaria y la orientación a los estudios.

Finalmente, cabe señalar que el modelo cuantitativo utilizado simplifica la realidad de un problema multidimensional y, por lo mismo, multivariado. La indagación cualitativa del rendimiento estudiantil se suele abordar desde aspectos relacionados con el entorno familiar (condiciones socioculturales y ambientales), con el entorno académico (liderazgo del cuerpo académico, características de la infraestructura y equipamiento institucional disponible, etc.), hasta incluso la aplicación de diversos modelos predictivos del rendimiento. Como se mostrará a continuación, la simplificación llevada a término permite manejar datos fiables, como son las notas obtenidas por los 3910 estudiantes objeto del estudio, su nota de acceso a la universidad y su nota del trabajo final de carrera. Por lo tanto, las conclusiones obtenidas están íntimamente ligadas a esta drástica simplificación. Sin embargo, este hecho ha permitido incluir en el estudio a la totalidad de los estudiantes que acabaron satisfactoriamente sus estudios dentro del Plan de Estudios 94 –a partir de ahora Plan 94– en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya –ETSAB-UPC–.

2. Materiales y métodos

2.1 Ámbito de estudio

Para alcanzar el objetivo enunciado en la introducción determinaremos el grado de dependencia de las notas obtenidas por el estudiantado en las asignaturas de los estudios de Arquitectura con las notas de acceso a la universidad. Concretamente, se plantea como ámbito de estudio la Escuela de Arquitectura de Barcelona (ETSAB-UPC), la segunda más antigua del Estado y una de las más grandes en número de estudiantes. De manera específica se analizará el rendimiento académico del último plan de estudios ya extinguido,¹⁷ y por tanto con una población de análisis acotada y cerrada en el tiempo: el Plan 94 que habilitaba para el ejercicio profesional, contaba con un Proyecto Fin de Carrera –a partir de ahora PFC– y con un total de 375 ECTS (acrónimo de “European Credit Transfer and Accumulation System”).¹⁸ La población objeto del estudio es el conjunto de estudiantes que superaron todas las asignaturas y el PFC de este Plan 94, con un total de 3910 individuos.¹⁹

Durante el periodo del Plan 94 (1994-2018),²⁰ cabe señalar que se han sucedido cuatro leyes de educación en España: 1990-LOGSE (Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de España); 1995-LOPEG (Ley Orgánica de Participación, Evaluación y Gobierno de los Centros Docentes); 2002-LOCE (Ley Orgánica de Calidad de la Educación); 2006-LOE (Ley Orgánica de Educación). Uno de los principales cambios, en relación al acceso universitario es la eliminación, tras la LOGSE, del COU (Curso de Orientación Universitaria), implantado en 1970, junto a los 3 cursos de BUP (Bachillerato Unificado Polivalente).²¹

Hay que indicar que el Plan 94, previo al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), es el primer plan de estudios que incluye la asignatura de Proyectos Arquitectónicos en el primer curso. A diferencia de otros centros, en la ETSAB se incorpora en el primer semestre y está presente hasta el PFC en el quinto curso. La asignatura de “proyectos” y su característico “taller de arquitectura” –espacio y modalidad formativa en la que se desarrolla– deviene la práctica docente más característica de los estudios, tanto en la tradición *beauxartiana* como en la politécnica que arrancan en el siglo XIX. El aprendizaje es no sólo “por proyectos”, sino “haciendo proyectos”, aspecto que define la dinámica enseñanza-aprendizaje de la titulación, tanto en la escala del objeto arquitectónico como a nivel urbano y del paisaje. El presente estudio no se restringe al grupo de asignaturas proyectuales, si no

¹⁷ El Plan de Estudios 2010 se termina este curso 2020-2021.

¹⁸ El Plan de Estudios aprobado por resolución de 8 de septiembre de 1994 (BOE núm. 238 de 5 de octubre de 1994).

¹⁹ Posteriormente se han implantado el Grado en Arquitectura (Plan 2010. En extinción. Habilitante -incluye PFG-. 360 ECTS), y el Grado en Estudios de Arquitectura (Plan 2014. En vigor. No habilitante -incluye TFG-. 300 ECTS).

El Plan 2010 fue la primera titulación de los Estudios de Arquitectura después de la Declaración de Bolonia (1999), en el marco de la primera fase de conversión al EEES (Espacio Europeo de Educación Superior). Esta primera fase se regula en la reforma de la Ley de Universidades (2007: Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Universidades, LOMLOU). La adaptación de los estudios de Arquitectura se recoge en el Libro Blanco título del Grado en Arquitectura (ANECA, 2005).

De acuerdo con la segunda fase de conversión al EEES, el Grado en Arquitectura (Bachelor's Degree) se complementa con un Máster en Arquitectura (MarqEtsaB, 60 ECTS), que sí habilita para el ejercicio de la profesión, con todas sus competencias. El MarqEtsaB es homologable a los masters europeos (MECES 3.EQF Level 7: University Master's Degree).

Para una visión completa de los Grados Universitarios en el marco español de educación superior, posterior a la entrada al EEES, consultar: Grados universitarios: ¿cuántos y cuáles? Observatorio del Sistema Universitario, 2019.

²⁰ En 2012 comienza la extinción del Plan 94, llegándose a solapar con los planes posteriores (2010 y 2014). El siguiente de los planes de estudios, el 2010, se extinguirá definitivamente en el curso 2020-21.

²¹ Ley General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa (Ley 14/1970). BOE núm. 187 (6 de agosto de 1970).

que las contextualiza en el marco de otras materias técnicas y teóricas, más características de los estudios tanto humanísticos como de ciencias y politécnicos.

El estudio aborda las siguientes preguntas: ¿es un buen estudiante preuniversitario candidato a ser un buen arquitecto en el Plan 94? Por otra parte, ¿la distribución de asignaturas contribuye a una formación integral, proyectual, teórica y técnica? Y en particular, ¿ha sido el proyecto final de carrera un buen instrumento de medida de esta idoneidad que habilita para el ejercicio de la profesión? Si podemos responder satisfactoriamente a estas preguntas, podremos ver si los planes de estudio sucesivos (1994, 2010 y 2014) han mejorado en aprendizaje y cómo se deberían enmendar los planes de estudios futuros como mínimo en estos puntos tan importantes.

2.2 Descripción del problema de aprendizaje

La tasa de abandono del estudiantado de arquitectura durante la fase selectiva, al menos durante estos últimos años, se sitúa en torno al 20%.²² A este porcentaje se ha de sumar toda la población estudiantil que no supera las asignaturas propedéuticas durante el primer año y necesita un segundo curso e, incluso, un tercero (“año de gracia”). Esta estadística es especialmente importante en las asignaturas “creativas”, de carácter proyectual, que conforman no sólo el primer curso si no el resto de módulos formativos. En este tipo de asignaturas, como venimos diciendo, se activan mecanismos de pensamiento y acción, de comprensión y aplicación de conocimientos y habilidades que no se ejercitan durante la fase preuniversitaria. Así pues, aunque la inteligencia lógico-matemática y lingüística es determinante en los estudios secundarios y en las notas de acceso a la Universidad, como es comúnmente aceptado, no es así en la formación en arquitectura. Es por ello que una nota de acceso baja puede convertirse en un buen expediente académico posterior. Para poder valorar objetivamente esta situación, y antes de tomar decisiones de tipo cualitativo, se deben tener datos objetivos y cuantificables sobre la correspondencia de las notas ya citadas. Los resultados que se obtengan podrán dar indicios para armonizar los contenidos de las diversas asignaturas de los estudios de Arquitectura.

2.3 Organización y sistematización del plan de estudios a analizar

Dado que se pretende trabajar con un número muy alto de asignaturas, de naturaleza en ocasiones muy diversa, conviene analizar la estructura del plan de estudios para organizar unos paquetes coherentes de asignaturas, que nos permitan aglazar el número de variables y notas a relacionar, y permita extraer conclusiones más generales. Concretamente aparecen 47 asignaturas obligatorias. Asimismo, el estudio que se plantea podría ser extrapolable a los planes de estudio posteriores, incluyendo además otros centros. Por lo tanto, conviene organizar la información en paquetes coherentes que permitan hacerlos comparables, pese al cambio de nombres y materias que se suceden en los diferentes planes. En este sentido, pese a centrar los datos en el Plan 94, también se ha analizado la estructura de los planes 2010 y 2014. De esta manera se propone una organización de las asignaturas en módulos que permita compararlos entre ellos.

La primera consideración a tener en cuenta es la organización de dos grandes unidades en los planes de estudios que son las materias y las asignaturas. Por *materia* se entiende la unidad disciplinar de conocimiento, definida en función de las competencias que deben ser adquiridas al final del proceso formativo. Los planes de estudio definen las competencias que se asignan a cada materia, los resultados de aprendizaje, las metodologías docentes y su correspondencia con las actividades formativas que se han diseñado. Por *asignatura* se entiende la unidad de enseñanza-aprendizaje constitutiva de una o más materias. Formalmente estructura un determinado plan de estudios y conlleva unos resultados de aprendizaje evaluables, explícita y coherentemente definidos en las Guías Docentes.

Además, en el Plan 94 verificado en la ETSAB, que procedía del Real Decreto del 14 de enero de ese mismo año por el cual se establecían las directrices generales propias de los planes de estudios para la obtención del título universitario oficial de Arquitecto, se fijaban una serie de *áreas de conocimiento*, ya presentes desde los planes estatales de 1975, que fueron verificados en la ETSAB e implementados en 1979. Dichas áreas eran 7: *Construcciones arquitectónicas, Composición arquitectónica, Física, Matemáticas, Urbanística y ordenación del territorio, Proyectos arquitectónicos y Expresión gráfica*. Las diferentes asignaturas y sus materias se agrupaban en estas 7 áreas.

Los primeros planes de estudio que habilitaron para el ejercicio de la profesión regulada de Arquitecto adaptada al EEES fueron definidos en 2007. En la primera fase de implantación en la ETSAB se verificó el plan 2010 (“Bologna

²² La tasa aumenta hasta un 30% cuando se contempla todo el ciclo de los estudios. Los datos anuales se pueden consultar en: https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=1_1_13. Así mismo, desde el Vicerectorado de Docència i Estudiantat se publica cada año el “Informe sobre el rendiment acadèmic de l'estudiantat: abandonament el 1r any d'estudi” (“Informe sobre el rendimiento académico del estudiantado: abandono del 1º año de estudio”). A nivel catalán, la agencia AQU ha publicado recientemente: http://www.aqu.cat/doc/doc_81940174_1.pdf (“El rendiment acadèmic dels estudiants de primer any a la Universitat” [“El rendimiento académico de los estudiantes de primer año a la Universidad”]).

1^o: Grado Habilitante de 5 años) y posteriormente el plan 2014 (“Bolonia 2^o”: Grado de 5 años + Máster Habilitante). Ambos planes siguieron, aproximadamente, las recomendaciones del *Libro Blanco del Título del Grado en Arquitectura*, elaborado en 2005 por la ANECA. En el Libro Blanco se proponía concentrar las competencias de la titulación (saberes y habilidades) en 9 contenidos formativos comunes según *áreas de conocimiento* prioritarias y la agrupación de estos contenidos en tres grandes *bloques temáticos*: propedéutico, proyectual y técnico.

Las áreas de conocimiento eran las siguientes:

1. COMPOSICIÓN: agrupa las materias troncales “Teoría e historia de la arquitectura”, de primer ciclo, y “Composición arquitectónica”, de segundo ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Composición Arquitectónica.
2. CONSTRUCCIÓN: agrupa las materias troncales “Construcción”, de primer ciclo, y “Construcciones arquitectónicas”, de segundo ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Construcciones Arquitectónicas.
3. DIBUJO: coincide con la materia troncal “Expresión gráfica en la arquitectura”, de primer ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Expresión Gráfica Arquitectónica.
4. ESTRUCTURAS: agrupa las materias troncales “Introducción a las estructuras de edificación”, de primer ciclo, y “Estructuras de edificación”, de segundo ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.
5. FÍSICA: coincide con la materia troncal “Fundamentos físicos en la arquitectura”, de primer ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Física Aplicada.
6. INSTALACIONES: coincide con la materia troncal “Acondicionamiento y servicios”, de segundo ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Construcciones Arquitectónicas.
7. MATEMÁTICAS: coincide con la materia troncal “Fundamentos matemáticos en la arquitectura”, de primer ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Matemática Aplicada.
8. PROYECTOS: agrupa las materias troncales “Proyectos arquitectónicos”, de primer ciclo, y “Proyectos arquitectónicos”, de segundo ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Proyectos Arquitectónicos.
9. URBANISMO: agrupa las materias troncales “Urbanística”, de primer ciclo, y “Urbanismo”, de segundo ciclo. Se vincula con carácter prioritario al área de conocimiento de Urbanística y Ordenación del Territorio.

Estos 9 contenidos formativos comunes se agruparon aún más configurando 3 grandes bloques temáticos que se corresponden con la estructura fundamental de las enseñanzas oficiales de arquitectura en España desde que existen y con especial claridad, desde hace 160 años: el *bloque propedéutico* –lógicamente, siempre situado al comienzo de la formación y según las épocas, impartido fuera o dentro de la carrera, fuera o dentro de los centros que la impartían o con fórmulas mixtas–, el *bloque técnico* y el *proyectual* –que siempre han estado dentro de la carrera, otorgando competencias simultáneamente a lo largo de los cursos académicos que la conformaban hasta confluir en la síntesis del proyecto final–. Concretamente, la agrupación efectuada en tales *bloques* fue:

1. BLOQUE PROPEDEÚTICO: comprende los contenidos formativos comunes de “Dibujo”, “Física” y “Matemáticas”.
2. BLOQUE TÉCNICO: comprende los contenidos formativos comunes de “Construcción”, “Estructuras” e “Instalaciones”.
3. BLOQUE PROYECTUAL: comprende los contenidos formativos comunes de “Composición”, “Proyectos” y “Urbanismo”.

Los planes de estudios verificados en la ETSAB con posterioridad al Libro Blanco incorporan con algunos matices estos grandes bloques temáticos, denominados *módulos*, añadiendo un *bloque de optatividad* y un *bloque instrumental*, correspondiente a las asignaturas de Representación Arquitectónica. Así, en los Planes 2010 y 2014 de la ETSAB todas las asignaturas se organizan de esta manera:

- Módulo propedéutico: Matemáticas, Física, Dibujo e Introducción a la Arquitectura (que incluye Bases para la Teoría, Bases para la Técnica y Bases para el Proyecto).
- Módulo técnico: Tecnología y Estructuras.
- Módulo proyectual: Proyectos, Urbanismo y Composición (Teoría e Historia).
- Módulo instrumental con la materia de Representación Arquitectónica.
- Módulo optativo con las optativas generales y de intensificación.

Con este panorama, este trabajo apuesta por la adopción de las 9 áreas de conocimiento del Libro Blanco de la ANECA como criterio de agrupación de las materias y sus respectivas asignaturas, puesto que permite analizar el Plan 94 –en que se analiza–, pero también los planes del 2010 y 2014 de la ETSAB, incluso los anteriores.²³

²³ Para profundizar en las bases metodológicas, ideológicas y pedagógicas de los actuales planes de estudios de arquitectura, consultar: García-Escudero, D. y Bardí Milà, B. (2020). Sobre una aproximación a la disciplina del proyecto arquitectónico desde las ciencias y en conocimientos que le son propios, consultar: Fayos Vallés, F. (2017).

Respecto de los Bloques o Módulos generales de los planes de estudios, deben matizarse los dos modelos expuestos (ANECA y planes 2010-2014 ETSAB), puesto que éstos no tienen en cuenta el característico aprendizaje en el taller y a través de proyectos (*Projects Based Learning*). De este modo, no pueden formar parte del mismo módulo materias y asignaturas tan diversas como Proyectos Arquitectónicos e Historia del Arte, por ejemplo. En este sentido, se adopta el siguiente criterio (Figure 1):

1. MÓDULO PROPEDEÚTICO: comprende los contenidos formativos comunes de ciencias básicas: “Física” y “Matemáticas”.²⁴
2. MÓDULO TÉCNICO: comprende los contenidos formativos comunes de “Construcción”, “Estructuras” e “Instalaciones”, tanto de primero como del resto de cursos.
3. MÓDULO PROYECTUAL: comprende los contenidos formativos comunes de “Proyectos” y “Urbanismo”.²⁵
4. MÓDULO TEÓRICO: comprende los contenidos formativos comunes de “Teoría e historia”.
5. MÓDULO GRÁFICO: comprende las asignaturas de Dibujo, Geometría descriptiva y las posteriores asignaturas de Representación Gráfica.

2.4 Técnicas de análisis de datos

En primera instancia se utilizará el “coeficiente de correlación 'r' de Pearson”, que permite medir el grado de dependencia entre dos variables estadísticas siempre y cuando sean cuantitativas y continuas. Por ejemplo, la primera variable podría ser la nota de acceso a la universidad de cada estudiante. La segunda, la nota media de cada una de las notas obtenidas en las asignaturas que componen un determinado módulo temático ponderadas por su peso relativo en el módulo en cuestión.

En una segunda instancia, se someten los primeros resultados a un *análisis multivariable*. Las correlaciones “uno a uno” suministran mucha información, pero tienen una carencia importante, esto es, no tienen en cuenta el resto de las variables que pueden influir en una determinada. De entre los varios modelos para estudiar las correlaciones multivariados se ha utilizado “la regresión múltiple”. Este tipo de análisis tiene como objetivo establecer una función (lineal) que permita predecir el valor de una variable, en principio desconocida, en función de otras variables conocidas. De este modo se pueden ver cuáles son las variables que más influyen en la que se quiere predecir.

3. Resultado análisis del Plan 1994

El análisis se ha centrado en todas las notas de la población que ha terminado la totalidad de los estudios del Plan 94, esto es, 3910 estudiantes. La figura (Figure 1) representa en color azul el histograma de frecuencias de las notas de los 3910 estudiantes y en negro figura la curva normal correspondiente (Figure 2).

Atendiendo a los criterios mencionados, y de acuerdo con los 5 módulos temáticos que se han expuesto en el apartado anterior, se define ‘Nota de un módulo temático’ como la media ponderada de las notas obtenidas en las asignaturas del módulo en cuestión, de acuerdo con su peso relativo en el módulo.

En las 5 figuras (Figures 3-7) se ha representado en color azul el histograma de frecuencias de las notas de cada uno de los módulos temáticos, en negro la curva normal correspondiente y finalmente la nota media y la desviación estándar, de acuerdo con las definiciones estadísticas usuales.

En primer lugar, se observa que las variables se ajustan aproximadamente a una distribución normal, requisito para la aplicación de las técnicas estadísticas antes mencionadas. Para averiguar la correlación entre la nota de acceso, las notas de cada uno de los 5 módulos, las notas del Proyecto Fin de Carrera y la nota de la Carrera (media ponderada de las notas de todas las asignaturas), se ha usado, como venimos diciendo, el “factor r de Pearson”, que representa el grado de correlación entre dos conjuntos de valores.

En la siguiente tabla se pueden ver los valores de ‘r’ para las parejas (Table 1):

- Nota de acceso y notas de cada uno de los módulos temáticos.
- Nota del PCF y notas de cada uno de los módulos temáticos.

²⁴ Hay que remarcar que esta agrupación no corresponde con el módulo propedéutico habitual de los planes de estudio, que comprenden todas las asignaturas de primer curso, tanto de las materias básicas de la formación inicial como las propias de la titulación. En este caso se propone una agrupación, como se ha desarrollado en el texto, que distribuye de manera diferente las asignaturas y materias, en relación a su contenido más específico dentro de la carrera.

²⁵ La agrupación en este módulo de las asignaturas de Proyectos y Urbanística es una cuestión estrictamente acotada a la tradición académica de la ETSAB, donde ambas asignaturas han estado impartándose dentro de los denominados “talleres de arquitectura” y un Design-based learning (DBL). En otros centros la Urbanística se enmarca en la tradición más anglosajona del planner, más enfocada a la planificación y las ciencias afines que no al diseño del espacio y el proyecto urbano que Manuel de Solà-Morales impulsa en la ETSAB desde finales de la década de 1960. Consultar en el monográfico sobre el aprendizaje de la arquitectura: Franquesa, J. y Sabaté, J. (2019).

Además, se ha obtenido la 'r' de Pearson para las parejas de notas:

- I) Nota de acceso y PFC, $r=0,192$
- II) Nota de acceso y Nota Arquitectura $r=0,534$
- III) Nota de Arquitectura y PFC $r=0,392$

En la tabla resumen adjunta se puede observar las variables del análisis y los indicadores descriptivos, con la media, las desviaciones típicas, los valores máximos y mínimos, percentiles y los índices de asimetría y curtosis de cada una de las variables utilizadas en los análisis realizados (Table 2).

Para complementar y facilitar la comprensión de los resultados obtenidos, se construye la matriz (simétrica) que muestra las correlaciones entre módulos temáticos (Table 3). Todas las correlaciones entre módulos son estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

3.1 Correlación nota de acceso y nota de PFC

Es especialmente ilustrativa la *muy baja correlación* entre las notas de acceso y las notas del PFC. Para visualizar este hecho se ha realizado un histograma de frecuencias entre estas dos variables. En primer lugar, se agrupan las notas en la matriz concatenar que muestra cómo se distribuyen las notas del PFC en función de la nota de acceso de los 3910 estudiantes (Table 4).

Como se puede comprobar, la mayoría de estudiantes están entre 7 y 8 de nota de acceso, seguidos por los de 8 y 9, y los de 6 y 7. Así mismo, se pueden representar estos datos en un Histograma de frecuencias (Figure 8).

En la figura:

- En el *eje vertical* representamos el *número de estudiantes*.
- En el *eje horizontal* y de izquierda a derecha de la figura aparecen los intervalos de notas de PFC de 5 a 6, 6 a 7, 7 a 8, 8 a 9, 9 a 10 y 10.
- En el *tercer eje* (perpendicular al plano del papel o pantalla, y creciente de delante a atrás) figuran los intervalos de *notas de acceso*. **Azul oscuro** se corresponde a los estudiantes con nota de acceso entre 5 y 6, **naranja** entre 6 y 7, **gris** entre 7 y 8, **amarillo** entre 8 y 9, **azul claro** entre 9 y 10, **verde** 10.

La baja correlación entre estas dos variables se ve, por ejemplo, en el hecho de que por una franja de nota de acceso (un determinado color) hay notas del PFC de todos los valores, desde 5 hasta 10, siguiendo una distribución como la que se ve en la figura (Figure 8).

A partir de esta matriz concatenar se puede extraer la siguiente información:

* Estudiantes con nota de acceso entre 6 y 7 (668 estudiantes).

- Un 23% tiene entre 5 y 6 de PFC
- Un 10% tiene entre 9 y 10 (67 estudiantes)

* Estudiantes con nota de acceso entre 9 y 10 (133 estudiantes).

- Un 4% tiene entre 5 y 6 de PFC
- Un 33% tiene entre 9 y 10 (44 estudiantes)

* El 8% del estudiantado que obtiene un 10 de PFC es de la franja más baja de nota de entrada, de 6 a 7, que a la vez contribuye con un 12% a las notas de PFC entre 9 y 10.

* El estudiantado con nota de acceso entre 7 y 9 es el que subministra el 75% aproximadamente en todas las franjas del PFC.

* El estudiantado con nota de acceso entre 6 y 7, 9 y 10 es el que subministra el 20% aproximadamente en todas las franjas del PFC.

3.2 Correlación nota de acceso y nota del módulo proyectual

Es también muy baja la correlación entre las notas de acceso y las notas del módulo proyectual (nota MP). En primer lugar, agruparemos las notas como se muestra en la matriz (Table 5).

En la figura (Figure 9):

- En el *eje vertical* representamos el *número de estudiantes*.
- En el *eje horizontal* y de izquierda a derecha de la figura aparecen los intervalos de notas del *módulo proyectual* de 5 a 5.5, 5.5 a 6, ...9.5 a 10 y 10.
- En el *tercer eje* (perpendicular al plano del papel o pantalla, y creciente de delante a atrás) figuran los intervalos de *notas de acceso*. **Azul oscuro** se corresponde a los estudiantes con nota de acceso entre 5 y 6, **naranja** entre 6 y 7, **gris** entre 7 y 8, **amarillo** entre 8 y 9, **azul claro** entre 9 y 10, **verde** 10.

La baja correlación entre estas dos variables se observa, por ejemplo, en el hecho de que por una franja de nota de acceso (un determinado color) hay notas del módulo proyectual de todos los valores, desde 5 hasta 8 mayoritariamente.

3.3 Correlaciones multivariadas

Como ya se ha indicado, las correlaciones “uno a uno” suministran mucha información, pero tienen una carencia importante, esto es, no tienen en cuenta el resto de las variables que pueden influir en una variable determinada. Por ejemplo, la nota de PFC se ha correlacionado con las notas de un determinado módulo temático, pero no con todos a la vez.

En este apartado se muestran algunas interesantes correlaciones multivariadas. De los varios modelos para estudiar las correlaciones multivariadas se ha utilizado “la regresión múltiple”. Este tipo de análisis tiene como objetivo establecer una función lineal que nos permita predecir el valor de una variable, en principio desconocida –nota de PFC, por ejemplo–, en función de otras variables conocidas –notas de los diversos módulos temáticos–. De este modo se pueden ver cuáles son las variables que más influyen en la que se quiere predecir. Sin embargo, como las notas del PFC son también conocidas el método nos permite medir la bondad del ajuste. Esto último lo suministra el propio modelo a través de la comparación entre el valor predicho y el valor real. Esto queda reflejado (como en el caso bivariado anterior por la ‘r’ de Pearson) por la magnitud llamada R^2 o coeficiente de determinación o de variabilidad explicada del modelo, $0 \leq R^2 \leq 1$, cuanto más se acerque a 1 este valor mejor es el ajuste lineal.

- I) Para empezar, se aplica el método a un ejemplo sencillo: ¿existe una correlación multilineal entre la nota del módulo temático –a partir de ahora NB temático– y la nota de arquitectura. La respuesta debería ser “sí”, ya que esta nota es la media ponderada de la de los módulos temáticos y por tanto la dependencia lineal es absoluta. En efecto, el resultado es:

$$\text{Nota de Arquitectura} = 0,002 + 0,432 \cdot \text{NM Proyectual} + 0,260 \cdot \text{NM Técnico} + 0,130 \cdot \text{NM Gráfico} + 0,11 \cdot \text{NM Teórico} + 0,069 \cdot \text{Propedéutico}$$

$$R^2 = 1, \text{ como se podía esperar.}$$
- II) La correlación multilineal entre las notas de los módulos temáticos i las notas del PFC es:

$$\text{Nota PFC} = -0,222 + 0,998 \cdot \text{NM Proyectual} + 0,153 \cdot \text{NM Teórico}$$

$$R^2 = 0,19$$

La calidad del ajuste lineal es pequeña ($R^2=0,19$). Sin embargo, como se puede comprobar, en esta aproximación la importancia de las notas de los otros módulos temáticos es despreciable respecto del módulo proyectual, que se acerca al valor 1, excepto en el caso del teórico. Esto quiere decir que las notas del módulo proyectual casi determinan la del PFC (con una variabilidad explicativa del 19%).
- III) Como la calidad del ajuste anterior no es buena, se puede indagar si existe una correlación multilineal entre las mejores notas del PFC, concretamente entre 8 y 10, y las notas de los módulos temáticos. El resultado es:

$$\text{Nota PFC}_{8-10} = 6,3 + 0,273 \cdot \text{NM Proyectual} + 0,083 \cdot \text{NM Teórico}$$

$$R^2 = 0,076$$

La Nota PFC_{8-10} depende ahora débilmente de la nota del módulo proyectual, en menor medida aún del módulo teórico y de manera menospreciable del resto de notas de los módulos. Eso indica que las buenas notas de PFC proceden de estudiantes con todo tipo de notas, como ya se había visto anteriormente.
- IV) Finalmente, se comprueba la correlación multivariada entre la nota de los módulos i la de acceso (hacia atrás en el tiempo)

$$\text{Nota de Acceso} = 1,537 + 0,324 \cdot \text{NM Teórico} + 0,275 \cdot \text{NM Técnico} + 0,165 \cdot \text{NM Propedéutico} + 0,133 \cdot \text{NM Proyectual} + 0,098 \cdot \text{NM Gráfico}$$

$$R^2 = 0,353$$

La calidad del ajuste es bastante buena y se puede destacar que la aportación del módulo proyectual es muy pequeña, conclusión a la que ya habíamos llegado en la correspondencia bimodal o bivariada.

4. Discusión y conclusiones

En primer lugar, y teniendo en cuenta que en el campo de las ciencias sociales $r=0.3$ se suele considerar como una correlación aceptable o incluso alta, concluimos que *la nota de acceso tiene una correlación baja o moderada con las notas de los cinco módulos*. En este marco, es especialmente relevante la baja correlación del módulo propedéutico, formado por disciplinas ya presentes en los cursos preuniversitarios, como matemáticas o física. También es remarcable que la ordenación de mayor a menor nota de acceso no se mantiene (correlación baja) en uno de los módulos más significativos de los estudios de Arquitectura como es el módulo proyectual. Esta baja correlación ya se observa en las dos asignaturas cuatrimestrales de primer curso de esta disciplina ($r=0.17$ para Proyectos I y $r=0.19$ para Proyectos II). Sin embargo, la correlación con los módulos teórico y técnico son las más

altas de los cinco módulos temáticos, a pesar de que todas las correlaciones están entre bajas o escasamente moderadas, y no hay ningún módulo con correlación alta o muy alta.

En segundo lugar, *la nota de PFC tiene una correlación muy baja o baja con todos los módulos excepto con el proyectual*. Destaca la baja correlación de los módulos propedéutico, gráfico y técnico, y hay que preguntarse por este hecho sorprendente considerando que el PFC se define como “un proyecto de arquitectura que se realizará integrando los conocimientos de todas las disciplinas cursadas”, de acuerdo con el Plan 94. Asimismo, es muy destacable que uno de los módulos más significativos de los estudios de Arquitectura como es el módulo proyectual tiene una moderada correlación con el PFC, aunque sea la más alta a gran distancia del resto de módulos.

En tercer lugar, *la correlación entre la nota de acceso y la nota del PFC es muy baja*. Quiere decir esto que la ordenación de mayor a menor nota de acceso no tiene importancia en el orden de mayor a menor nota del PFC. Se produce una sorprendente alteración del orden que indica hasta qué punto el paso por la carrera altera los expedientes académicos a nivel cuantitativo, reafirmando una de las hipótesis iniciales: *no necesariamente los estudiantes más brillantes en los estudios preuniversitarios serán brillantes en el logro de un grado de madurez elevado en la realización de proyectos de arquitectura*. En este contexto, de los 668 estudiantes que obtuvieron una nota de acceso más baja, entre 6 y 7, un 10% de ellos obtiene entre 9 y 10 de nota del PFC. Es claramente una muestra de la alteración del orden detectado. Asimismo, de los 133 estudiantes con nota de acceso entre 9 y 10, solo un 33% saca entre 9 y 10, lo que abunda en esta alteración del orden.

En cuarto lugar, *respecto la correlación entre módulos temáticos, es destacable la muy baja correlación del módulo propedéutico con el proyectual, y en cambio es remarcable las moderadas correlaciones entre las parejas: propedéutico-técnico y teórico-proyectual, que son las más altas entre módulos temáticos*. Por su parte está la correlación entre la nota de Arquitectura, la de Acceso y la del PFC. Considerando la media ponderada de todas las notas en asignaturas troncales y obligatorias (incluido el PFC) y en correlación con las de acceso se observa la más alta correlación de las obtenidas. ¿Cómo es que módulo a módulo las correlaciones no eran tan altas y ahora obtenemos la correlación más alta? Esto se debe a que el algoritmo de cálculo del factor ‘r’ de Pearson a partir de dos variables estadísticas es fuertemente no lineal con estas dos variables. Del mismo modo, considerando la media ponderada de todas las notas en asignaturas troncales y obligatorias y en correlación con las del PFC se observa un valor cercano a 0,4 que es casi moderado. Se debe recordar que el peso relativo de la asignatura de PFC es del 1%, muy baja en comparación con el peso de los módulos gráfico 13%, técnico 26%, teórico 26%, propedéutico 7%, proyectual 42%.

De este modo, este trabajo ha pretendido deliberadamente estar muy cerca de los datos de partida y del análisis de los mismos. No se pretende hacer sugerencias sobre cómo debería ser la educación preuniversitaria del futuro estudiantado de Arquitectura, o incluso de los módulos estudiados u otras disciplinas universitarias, cuestiones que se deben abordar en posteriores estudios a la luz de estos primeros datos. A pesar de ellos, se suscitan una serie de conclusiones.

Los primeros datos obtenidos son fundamentales para establecer unas bases objetivas sobre las que no sólo adaptar los Estudios de Arquitectura –especialmente el primer año del Grado– a los conocimientos y habilidades del estudiantado de nuevo ingreso, sino también para sugerir qué tipo de contenido curricular preuniversitario es más apropiado para cursar los estudios. La dinámica de los talleres de arquitectura y los juicios mentales derivados del pensamiento creativo y la concepción de formas y espacios se convierte en un proceso didáctico esencial, no sólo en el módulo proyectual, sino en todos, y en disciplinas afines del mundo de la ingeniería y las ciencias.

En un segundo orden de resultados, este estudio pretende sumarse a una reflexión más amplia del mundo docente sobre la formación a partir del “trabajo por proyectos”.²⁶ En el ámbito de las escuelas de enseñanza básica, trabajar “por proyectos” ha frecuentado en el pasado, pero aparece con fuerza con la “Escola Nova 21”,²⁷ programa que se puede considerar el inspirador del programa “Margalida Comas”, que a nivel universitario persigue

²⁶ Noticia reciente sobre la necesidad del cambio de la educación en el bachillerato: “#canviemelbatxillerat: la iniciativa de tres profesores per renovar el batxillerat”.

²⁷ Escola Nova 21 ha sido una alianza de escuelas (primaria y secundaria) y entidades de la sociedad civil por un sistema educativo avanzado que se llevó a cabo entre 2016 y 2019, respondiendo a la Agenda 2030 de Naciones Unidas y a la llamada de la UNESCO para la participación de todos los sectores en un proceso inclusivo para posibilitar el cambio de paradigma educativo. Escola Nova 21 ha propuesto una transformación del sistema educativo para que se actualice, adoptando plenamente un propósito dirigido a desarrollar competencias para la vida en nuestro contexto histórico y unas prácticas de aprendizaje fundamentadas en el conocimiento existente de cómo las personas aprendemos. <https://www.escolanova21.cat/>

reformular la formación superior.²⁸ Asimismo, parece claro que trabajar por proyectos cumple los 7 requisitos de la UNESCO para crear un espacio de buen aprovechamiento del tiempo escolar (OCDE, 2017):

- Participación activa del estudiantado
- Aprendizaje cooperativo
- Importancia de las emociones e intereses del estudiantado
- Atención a las diferencias personales en el aula
- El aprendizaje como un reto
- Estrategias de evaluación coherentes
- Interconexión horizontal entre materias

Asimismo, desde el punto de vista de la empleabilidad, es una obviedad que, tanto en el terreno de la investigación científica como en la innovación tecnológica, como en el trabajo en las empresas, como en la gestión político-social, trabajar para proyectos juega un papel central. Analizar la correlación de las notas de las asignaturas proyectuales con las notas de acceso, pero también con sus paralelas en cada curso, es clave para determinar cuáles son los indicadores para mejorar el trabajo en esta importante metodología, no sólo por los arquitectos, sino por los profesionales de cualquier especialidad.

Finalmente, al observar los datos que hemos comentado anteriormente podemos concluir que (Figure 10):

- I) Si se considera el PFC como “el momento resumen de las enseñanzas en la ETSAB en el Plan 1994” lo que se observa es que las habilidades que hacen obtener una buena nota de acceso no son necesariamente útiles en cuanto a los conocimientos y habilidades para ser buenos arquitectos (muy baja correlación entre nota de acceso y nota de PFC).
- II) A la vez, la nota de PFC sí tiene una mejor correlación con los resultados obtenidos en el módulo proyectual y, además, estas últimas están mal correlacionadas con las notas de acceso. Esto abunda con la tesis apuntada en el punto anterior.
- III) Sin embargo, la nota de acceso correlaciona mejor con la nota de todos los estudios, es decir, la nota de Arquitectura. Esto indica que de la ETSAB salen titulados de amplio espectro: proyectistas, tecnólogos y teóricos de la arquitectura.

Agradecimientos

Se quiere hacer explícito el agradecimiento de los autores a la Dirección de la ETSAB por facilitar los datos para realizar este estudio, y especialmente a la Responsable de Gestión Académica, Elisa Capellades, y al informático Lluís Ferrer, por la ayuda en la gestión y organización de todos los datos. Asimismo, ha resultado crucial para este estudio el apoyo del Institut de Ciències de l'Educació de la UPC (ICE-UPC), que ha financiado la iniciativa como proyecto de innovación educativa. Finalmente, el estudio no hubiera sido posible sin el asesoramiento en técnicas estadísticas del profesor Antonio Ruiz Bueno de la Universitat de Barcelona.

Autoría

El tercer autor fue el instigador principal de la investigación. Poco a poco hizo que los demás autores se fueran sumando al proyecto desde sus distintas especificidades. Los dos primeros autores, especialistas en innovación docente, han trabajado el contexto de los distintos planes de estudios y han organizado el plan de estudios del 94 en módulos para poder comparar los datos. Los otros dos autores han realizado todos los cálculos, analizado los datos y elaborado las distintas gráficas para poderlos visualizar. Conjuntamente se han elaborado las conclusiones.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Bibliografía

AQU Catalunya. (2020). *El rendiment acadèmic dels estudiants de primer any a la Universitat*. [El rendimiento académico de los estudiantes de primer año a la Universidad]. Retrieved from http://www.aqu.cat/doc/doc_81940174_1.pdf

ANECA. (2005). *Libro Blanco título del Grado en Arquitectura*. Retrieved from http://www.aneca.es/var/media/326200/libroblanco_arquitectura_def.pdf

Boletín Oficial del Estado, number 238, de 5th October 1994, pp. 3829-3831. Plan de Estudios. Retrieved from <https://www.boe.es/boe/dias/1994/02/05/pdfs/A03829-03831.pdf>. Also available at https://etsab.upc.edu/ca/estudis/estudis-extingits/pdf/1_plan-arquitectura-94.pdf/view

²⁸ Este es un programa del gobierno de la Generalitat de Catalunya, establecido en 2017, para colaborar con el esfuerzo de las universidades para modernizar y adecuar los métodos docentes y de aprendizaje, 7 años después del inicio de las titulaciones adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior.

Corominas, A. and Sacristán, V. (2019). *Grados universitarios: ¿cuántos y cuáles?* Observatorio del Sistema Universitario. Retrieved from <https://www.observatoriuniversitari.org/es/files/2019/03/Informe-grados.pdf>

Escola Nova 21. <https://www.escolanova21.cat/>

Fayos Vallés, F. (2017). El proyecto arquitectónico a la luz del "paradigma indicial" | The architectural project under the perspective of the "indicial paradigm". *ACE: Architecture, city and environment*, 12(34), 283-290. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.12.34.5294>

Franquesa, J. and Sabaté, J. (2019). El Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori (DUOT) y la enseñanza del Urbanismo | The Department of Urbanism and Regional Planning and the Teaching of Urbanism. *ZARCH*, (12), 12-27. DOI: https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2019123535

García-Escudero, D. and Bardí Milà, B. (2020). El debate sobre la enseñanza de la arquitectura en España: 1957-1975 | The teaching debate on architecture in Spain: 1957-1975. *En Blanco. Revista de Arquitectura*, 12(28), 106-123. DOI: <https://doi.org/10.4995/eb.2020.13026>

Ley 14/1970, 4th August, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. Boletín Oficial del Estado, n. 187, 6th August 1970, pp. 12525-12546. Retrieved from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1970-852>

Ley orgánica 4/2007, 12th April, amending the Organic law 6/2001, of 21st December, of Universities. Retrieved from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-7786>

Marina, J. A. (2012). *La inteligencia ejecutiva*. Barcelona: Ariel.

Monterde, I. (27 January 2021). #canviemelbatxillerat: la iniciativa de tres professors per renovar el batxillerat [#canviemelbatxillerat: the initiative of three teachers to change the Baccalaureate]. 324. Retrieved from <https://www.ccma.cat/324/canviemelbatxillerat-la-iniciativa-de-tres-professores-per-renovar-el-batxillerat/noticia/3073558/>

OCDE. (2017). *The OECD Handbook for Innovative Learning Environments. [Manual per a entorns d'aprenentatge innovadors. Barcelona: OCDE, Editorial UOC, UNESCO, 2018; Manual para entornos de aprendizaje innovadores. 2020]*. Retrieved from <http://www.oecd.org/education/the-oecd-handbook-for-innovative-learning-environments-9789264277274-en.htm>

UPC, Vicerectorado de Docència i Estudiantat. (2019). Informe sobre el rendiment acadèmic de l'estudiantat: abandonament el 1r any d'estudi [Informe sobre el rendimiento académico del estudiantado: abandono del 1r año de estudio/A report about the academic performance of the student body: abandoning the 1st year of study]. Retrieved from <https://govern.upc.edu/ca/c-de-gov/sessio-07-2019/2019estudis>

UPC. (2021). Resultats acadèmics dels estudis de grau per centre i estudi. Retrieved from <https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=1.1.13>