

# ANÁLISIS PERCEPTIVO DE EVALUACIÓN ACEDÉMICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA: CASO DE SUSTENTABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Manuel Carpio, Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile y Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera (CENAMAD). Autor de correspondencia [manuel.carpio@ing.puc.cl](mailto:manuel.carpio@ing.puc.cl) ; [manuel.carpio@uc.cl](mailto:manuel.carpio@uc.cl)

Guillermo Alejandro Moncada-Morales, Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, [gamoncada@uc.cl](mailto:gamoncada@uc.cl)

## RESUMEN

La enseñanza de la sustentabilidad ha venido cobrando más interés en el ámbito de la ingeniería, más aún en la industria de la construcción, debido a que tiene un impacto significativo en el medio ambiente. La creciente importancia de aumentar la sustentabilidad en la construcción se puede apreciar desde el ámbito educativo, puesto que desde la educación superior y la investigación se pueden generar cambios importantes y obtener resultados más sostenibles. Realizando innovaciones en la enseñanza de esta área se pueden educar a estudiantes y profesionales de manera holística, incorporando lo social, ambiental y económico. Es por lo que, gracias a la recolección de datos de percepción por parte de los estudiantes en la asignatura de Sustentabilidad en la Construcción del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se analiza su vinculación a esta temática y el porqué de su elección en afianzar sus conocimientos. Una mirada de factores específicos de esta asignatura puede atribuirse a los resultados de interés y el desarrollo sostenible que ha tenido Chile, además de los desafíos que aún enfrenta la sustentabilidad en el rubro de la construcción. Los resultados muestran que los estudiantes prefieren recibir una enseñanza vinculada a opiniones de expertos en el área, material audiovisual y casos de estudio de investigación.

**PALABRAS CLAVES:** evaluación, sustentabilidad, construcción, percepción, monitoreo.

## 1. INTRODUCCIÓN

La promoción del concepto sustentabilidad es esencial en el mundo para resolver los desafíos ambientales y sociales, el cambio climático, la degradación ambiental, los conflictos y la injusticia, y la pobreza y la desigualdad (United Nations, 2019). Por tal motivo, para la Organización de las Naciones Unidas (ONU), mediante los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), posicionaron la sustentabilidad como el tema crítico que da forma a nuestro futuro (Greenland et al., 2022). Partiendo de esta premisa, la educación sobre sustentabilidad se ha convertido ampliamente reconocida como una influencia clave para seres humanos más responsables (O'Flaherty & Liddy, 2017; Swanson & Gamal, 2021) y, como consecuencia, se ha visto un incremento significativo en la educación la incorporación de los estudios en gestión sostenible (Parkes et al., 2020).

El papel que juega la enseñanza para la sustentabilidad en la educación superior se ha investigado ampliamente (Holdsworth et al., 2008; Moore, 2007; Thomas et al., 2012), y a un nivel más específico, se han realizado estudios importantes sobre su rol en la ingeniería (Calder & Clugston, 2003). Por ejemplo, en la Ingeniería de la Construcción la literatura sostiene que los profesionales en esta área juegan un papel crucial en la promoción de la agenda de sostenibilidad, generando cambios en la industria (Graham & Warren-Myers, 2019). Uno de sus

objetivos es la reducción de los residuos para mejorar la eficiencia de los recursos y la protección del medio ambiente (Ogunmakinde et al., 2022). Investigaciones llevadas a cabo por Pomponi y Moncaster (2017) observaron que la construcción sustentable es una vía efectiva para minimizar la degradación ambiental causada por las actividades involucradas en este rubro. Por otro lado, el Australian Institute of Health and Welfare (2020) reveló que en un entorno construido aporta al bienestar humano mediante la infraestructura, espacios públicos y formas urbanas diseñadas y construidas de forma sostenible. Además, se identificaron principios de construcción sustentable que incluyen reducir, reutilizar y reciclar el consumo de recursos; proteger la naturaleza; eliminar tóxicos; aplicar el costo del ciclo de vida; y centrarse de igual manera en la calidad (Kibert, 2022). Por lo que, la demanda de un enfoque de construcción sustentable que integre todos estos principios para brindar una solución holística al desafío de la industria de lograr el desarrollo sostenible continúa ganando terreno.

Desde el departamento de la Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se viene enseñando, desde hace varios años, la asignatura “Sustentabilidad en la Construcción” en donde se aborda la problemática nacional e internacional del desarrollo sostenible, los factores que lo afectan y los desafíos actuales y futuros de la industria en general y de la construcción en particular, la cual tiene un importante impacto económico, ambiental y social en Chile y el mundo. Además, esta asignatura tiene en especial novedad la práctica de evaluación sin instrumentos de examen, ya que el estudiante puede desarrollar las competencias contenidas en el curso de manera autónoma, con casos reales y mediante charlas impartidas por profesionales en la industria de la construcción con enfoques sustentables.

El objetivo de este artículo es mostrar los resultados obtenidos durante cuatro cursos académicos, desde el 2018 al 2021, mediante encuestas a los estudiantes inscritos en esta asignatura, el cual muestra características más relevantes del estudiante en como desea recibir el contenido de la asignatura y asimilarlo de manera práctica, sin el instrumento de examen y aplicándolo para lograr un desarrollo más sustentable de la industria de la construcción.

## 2. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

El curso de Sustentabilidad en la Construcción se encuentra dividido en ocho unidades enfocadas en el desarrollo sustentable en base a aspectos ambientales, sociales y económicos para la industria de la construcción. El desarrollo del curso se realiza utilizando metodologías de enseñanza que permitan a los estudiantes desarrollar las competencias definidas en los objetivos del curso.

Dicho objetivo está planteado de la siguiente manera: *“Los estudiantes comprenderán la complejidad de la gestión sustentable de recursos y tendrán herramientas para gestionar y cuantificar la sustentabilidad en proyectos de construcción de acuerdo con los desafíos actuales y globales de la industria. Los estudiantes podrán integrar criterios de sustentabilidad y tomar decisiones para mejorar el desempeño de un proyecto de construcción abarcando todo su ciclo de vida, podrán comparar alternativas de diseño, construcción u operación considerando factores sociales y ambientales, además de evaluaciones económicas en el corto y largo plazo”.*

La metodología de enseñanza consiste en módulos semanales que comprender clases de cátedra y con posibles ayudantías si el contenido del curso lo requiere. Además, el estudiante debe dedicar en promedio siete horas a la semana de estudio personal, el cual se le entrega al inicio del curso material bibliográfico obligatorio y complementario. Para el caso del material

obligatorio se encuentra comprendido en las siguientes temáticas: cambio climático y aspectos medio ambientales, análisis de ciclo de vida, aspectos sociales, sustentabilidad en la industria de la construcción, evaluaciones económicas, toma de decisiones y sistemas de ranking en la sustentabilidad.

Este curso hace parte de la Escuela de Ingeniería, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, donde las asignaturas se dividen en siglas 2000 y 3000. Esta sigla hace alusión a que nivel de profundización debe tomar el estudiante, es decir, para cursos de sigla 2000 tienen un carácter académico y, para la sigla 3000, además de tener la misma característica de la sigla anterior, tienen además un componente investigativo el cual va enfocado a los estudiantes de postgrado y estudiantes de etapa final de pregrado. La sigla para esta asignatura de Sustentabilidad en la Construcción es ICC3464 perteneciendo al Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción. Esta tiene tanto el enfoque académico (contenido temático en ocho unidades) más la investigación, con casos de estudios y proyecto de investigación para un desarrollo de la industria de la construcción más sustentable, logrando equilibrios de las necesidades ambientales, sociales y económicas de hoy y de las futuras generaciones.

### 3. EVALUACION DE LA ASIGNATURA

Una parte importante del curso de Sustentabilidad en la Construcción es su novedad evaluativa y enseñanza, el cual se puede describir en dos ámbitos: la comprensión teórica y el método de evaluación a los estudiantes. Para describir la primera (comprensión teórica) es importante resaltar que el estudiante comprenderá al finalizar el curso, la importancia de entender la problemática, el impacto, alternativas y equipos multidisciplinarios (arquitectura, diseño e ingeniería, entre otros) en la industria de la construcción, con miras en la sustentabilidad.

Por otro lado, el método de evaluación, el cual es el principal objetivo de este artículo a mostrar, está determinado por cinco partes fundamentales:

- Clases lectivas
- Talleres de equipo
- Lecturas de libros y artículos científicos
- Proyecto de investigación y desarrollo
- Chalas con especialistas

De acuerdo con las partes anteriores, se busca que el estudiante desarrolle sus propias competencias en el área de sustentabilidad de la construcción sin el instrumento de exámenes, el cual se le brinda todas las herramientas necesarias para que estudie y asimile de manera práctica el objetivo de la asignatura, desde lo holístico del ecosistema de la construcción, abordando las posibles problemáticas de la planificación y operación de esta industria bajo un concepto de variabilidad y cambio climático. Dicho enfoque además se enseña a una escala local, ciudad, regional y mundial para que el estudiante integre todos los beneficios que se pueden alcanzar mediante la sustentabilidad asociados tanto al bienestar humano como en lo ambiental.

### 4. RESULTADOS DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura hace parte del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción y es de carácter optativo para los estudiantes. Desde el año 2018, se ha impartido año a año a pesar de la pandemia del COVID-19, el cual se brindó de manera online hasta su última versión en el año 2021 de manera híbrida, es decir, online y presencial, como parte del retorno a la presencialidad en el ámbito educativo. Por consiguiente, durante los años 2018, 2019, 2020 y 2021 se han inscrito 30, 30, 36 y 40 estudiantes, respectivamente. Arrojando un total de 136 estudiantes que se han interesado en conocer, aprender y afianzar los conocimientos de la sustentabilidad en el área de la construcción.

Durante los cuatro años, se realizó un seguimiento de los estudiantes para evaluar el interés de los mismo por la sustentabilidad en la construcción y conocer su punto de vista como preferían la enseñanza de esta temática para su proceso académico. A continuación, se analizan los diferentes resultados obtenidos mediante encuestas en la plataforma online *Mentimeter*, el cual se realizan preguntas dinámicas e innovadoras manteniendo la atención de los estudiantes.

#### 4.1. Rango de edades y año en curso

El rango de edad de los estudiantes inscritos en este curso varía desde los 21 años en adelante, debido a que es un curso para pregrado y postgrado. Como se observa en la Tabla 1., el mayor porcentaje de edad presente en cada año corresponde a los estudiantes con una edad de 23 años, siendo el año 2020 con una participación del 39% del total de estudiantes, seguido de las edades de 24 y 22 años respectivamente.

Tabla N° 1. Porcentaje de edades por año del total de estudiantes

Año	Edades										Total estudiantes
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 o más	
2018	7%	27%	30%	20%	3%	0%	10%	0%	0%	3%	30
2019	7%	23%	30%	20%	10%	0%	0%	3%	0%	7%	30
2020	8%	17%	39%	25%	0%	3%	0%	3%	0%	6%	36
2021	0%	12%	27%	29%	5%	2%	2%	5%	0%	17%	41

En la Tabla 2 se observa el porcentaje de estudiantes según el año en curso de sus respectivas carreras universitarias.

Tabla N° 2. Porcentaje de estudiantes de acuerdo con su año en curso

Año	Año en curso					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
2018	0%	0%	0%	7%	60%	33%
2019	0%	0%	0%	13%	32%	55%
2020	0%	0%	0%	16%	34%	50%
2021	0%	0%	0%	3%	44%	53%

De acuerdo con esta última tabla, se aprecia claramente que los estudiantes empiezan a interesarse en la sustentabilidad, para este caso en el área de la construcción es a partir de su cuarto año. Además, esta característica coincide con el cuarto año de su carrera ya que es una asignatura de carácter optativo y los estudiantes puede escoger las que deseen en su última

etapa de formación de su pregrado académico. Del mismo modo, sucede para los estudiantes de postgrado, el cual cursan esta asignatura para profundizar en temas de sustentabilidad en la construcción de acuerdo con sus áreas de investigación.

#### 4.2. Nivel académico

Como se mencionó anteriormente, este curso es enfocado tanto para estudiantes de pregrado como de postgrado; magister y doctorado. Durante los cuatro años que se ha impartido el curso, es interesante notar como los estudiantes desde una temprana formación profesional están interesados en aprender sobre la sustentabilidad. Tal es el caso como se vio en el resultado de los rangos de edades. En la Fig. 1., se muestra el porcentaje de estudiantes en los niveles de pregrado, magister y doctorado.

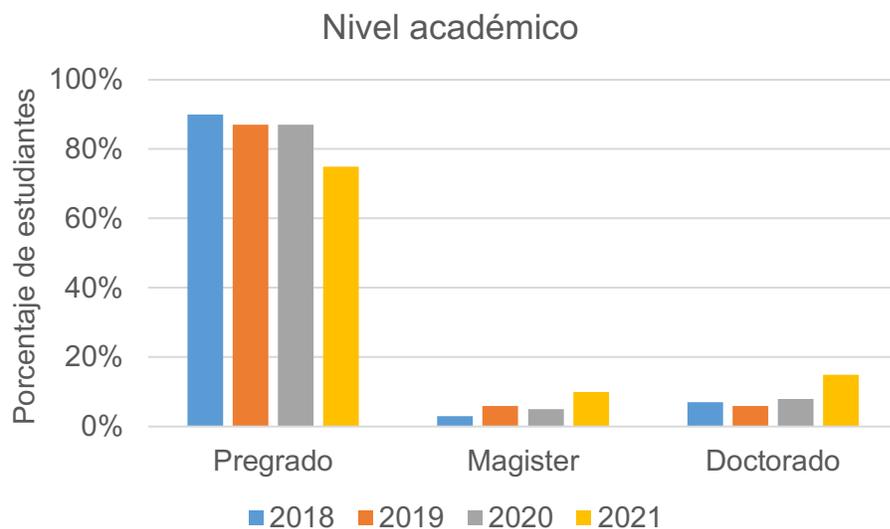


Figura N°1. Porcentaje de estudiantes en pregrado, magister y doctorado

En la Fig. 1. se aprecia que año a año hubo un incremento de estudiantes tanto de magister como de doctorado en la participación de esta asignatura. Se comienza con un porcentaje muy bajo del 3% y 7% en el año 2018 y alcanzando un 10% y 15% en el año 2022 para magister y doctorado, respectivamente. A partir de estos datos, también se aprecia que el porcentaje de estudiantes de pregrado fue disminuyendo desde el 90% al 75%. Por lo que se observa que el interés por parte del estudiantado de la asignatura se concentra cada vez más en niveles de especialización.

#### 4.3. Origen demográfico

Una de las preguntas en la encuesta realizada a los estudiantes fue su lugar de procedencia tanto en el territorio chileno como si eran del exterior. Esto permitirá analizar la influencia que pueda tener el desarrollo sustentable en la industria de la construcción de manera importante en Chile. A continuación, se muestra un mapa con los porcentajes de estudiantes año a año de las diferentes regiones de Chile y extranjeros.

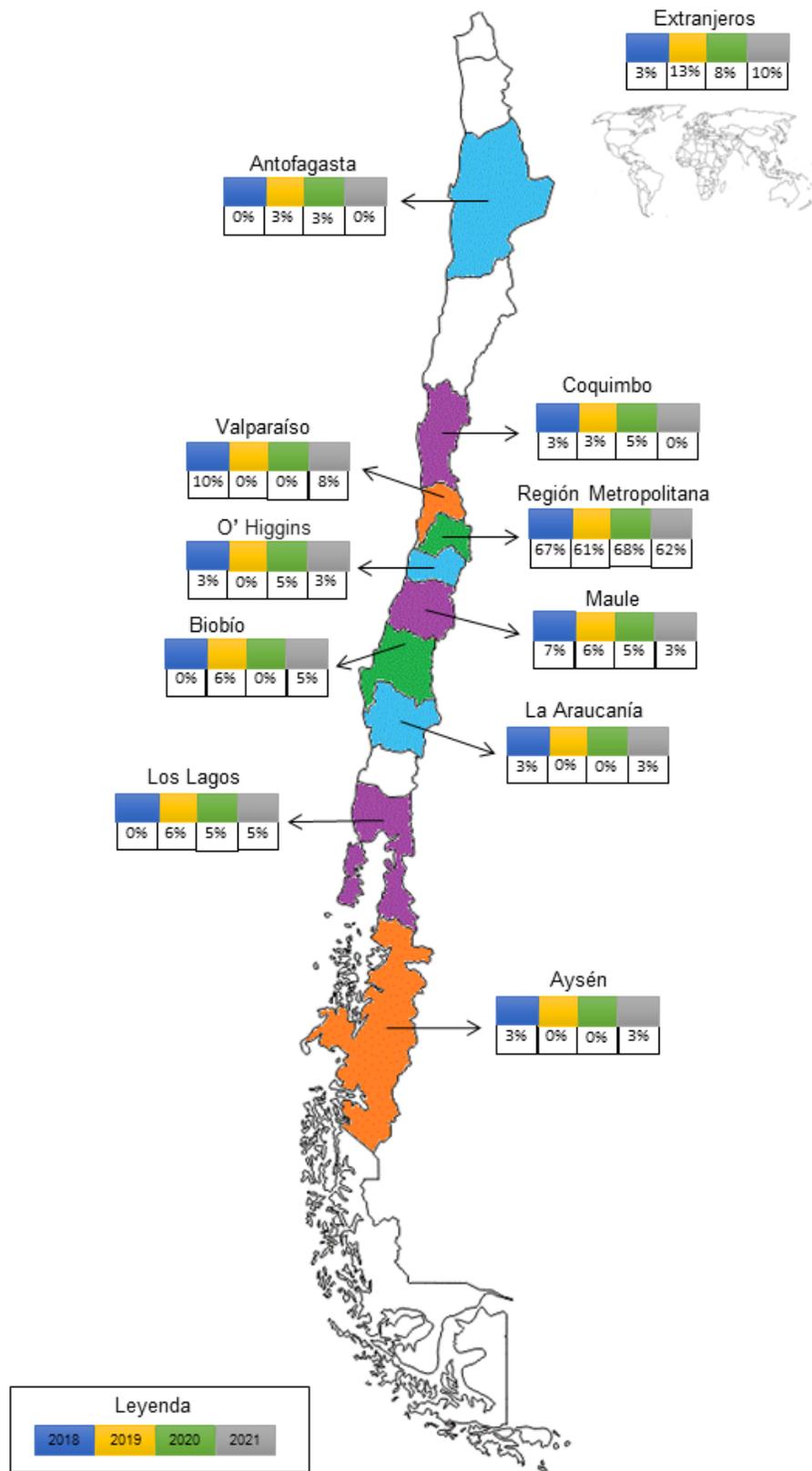


Figura N°2. Porcentaje de estudiantes de las regiones chilenas y extranjeros.

De acuerdo con la Fig. 2., se pueden apreciar las siguientes consideraciones: La Región Metropolitana de Santiago es la región que más porcentaje de estudiantes posee en los años de datos recolectados, promediando un 64,5%. La región del Maule tuvo una importante participación de estudiantes en el año 2018, alcanzando un 7%, pero fue descendiendo hasta llegar a un 3% para el año 2021. Las regiones de La Araucanía y Aysén coinciden en participación de estudiante en la asignatura con un porcentaje bajo para los años de 2018 y 2021, siendo solamente un 3% del total de estudiantes. Por otro lado, para los estudiantes procedentes de las regiones de O’Higgins y Los lagos han tenido una participación casi constante durante los últimos dos años de datos, teniendo un 5% y 3% para el año 2021, respectivamente. Para las regiones de Valparaíso y Biobío participaron de manera intermitente durante los cuatro años, alcanzando un 8% y 5% para el año 2021, respectivamente. Por último, para el caso de estudiantes extranjeros se tuvo un promedio de participación de 8.5% del total de cada año, teniendo una participación máxima de 13% para año 2019.

#### 4.4. Conocimientos en sustentabilidad

Otra variable importante de conocer era el estado de conocimiento o que tanto sabía el estudiante sobre conceptos de sustentabilidad. Por lo que, en la etapa de inicio de la asignatura con la ayuda de la encuesta, se le pregunta a cada estudiante cual en su nivel de conocimiento en esta área. Los diferentes niveles de conocimiento sobre sustentabilidad se establecieron de la siguiente manera: “nada de nada”, “algo he escuchado”, “tengo algún conocimiento” y “soy todo un experto”. A continuación, se presenta el porcentaje de estudiantes que respondieron de acuerdo con los conocimientos previos antes de iniciar la asignatura.

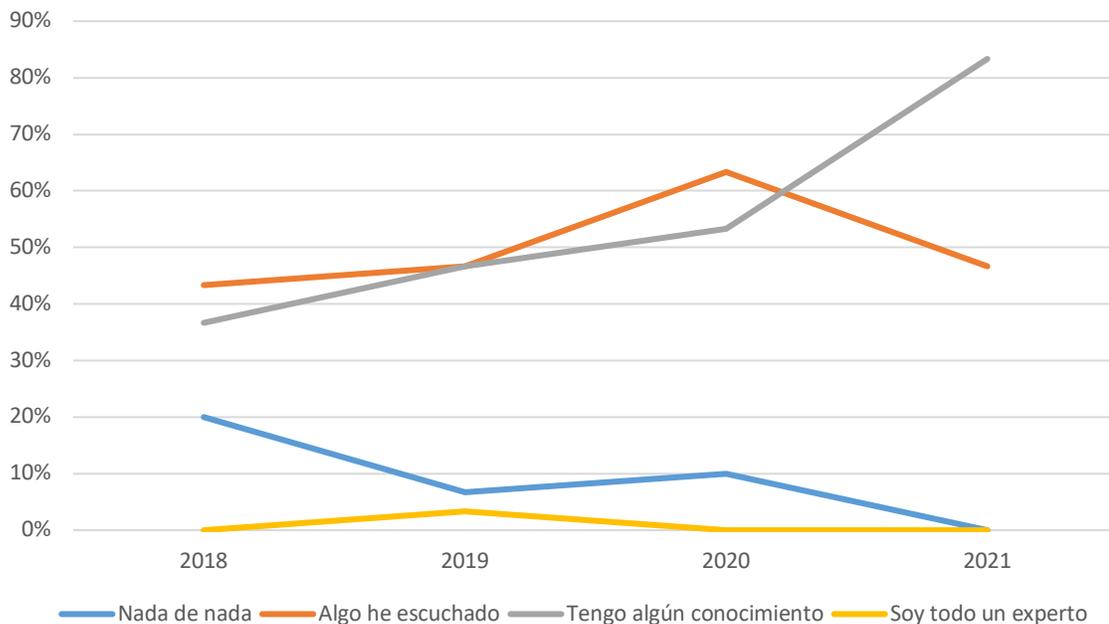


Figura Nº 3. Porcentaje de estudiantes por conocimiento en sustentabilidad.

Es importante analizar de la Fig. 3. la curva sobre ningún conocimiento en sustentabilidad “Nada de nada”, disminuyó a 0% para el 2021, el cual había iniciado en un 20% de estudiantes sin conocimientos en el año 2018. Este dato es muy relevante, mostrando que estos fueron preocupándose en adquirir conocimientos en sustentabilidad, además de mayor interés en profundizar en esta temática tal como lo muestra la curva de “Tengo algún conocimiento”. Esta

última curva tuvo un incremento junto con la de “Algo he escuchado”, alcanzando su punto máximo para el 2020 con un 63%, y luego disminuyendo hasta un 47% en el 2021. Gracias a este decremento y junto con la curva de sin conocimientos previos en sustentabilidad, dan como resultado la importante cifra de un 83% de estudiantes con conocimientos en esta área.

### 4.5. Preferencia de estudio

Una de las innovaciones del curso es que no tiene instrumento de examen como una manera de evaluar el conocimiento de los estudiantes. Por lo que al innovar esta modalidad y como se explica en la sección de evaluación de la asignatura, se quería de igual manera conocer como prefería el estudiante estudiar, afianzar e incorporar los nuevos conceptos que abarca la sustentabilidad en la construcción. A continuación, se muestra las calificaciones que obtuvieron, a principio de curso, las diferentes características de aprendizaje que el estudiante prefiere tomar en el área de la sustentabilidad en la construcción.

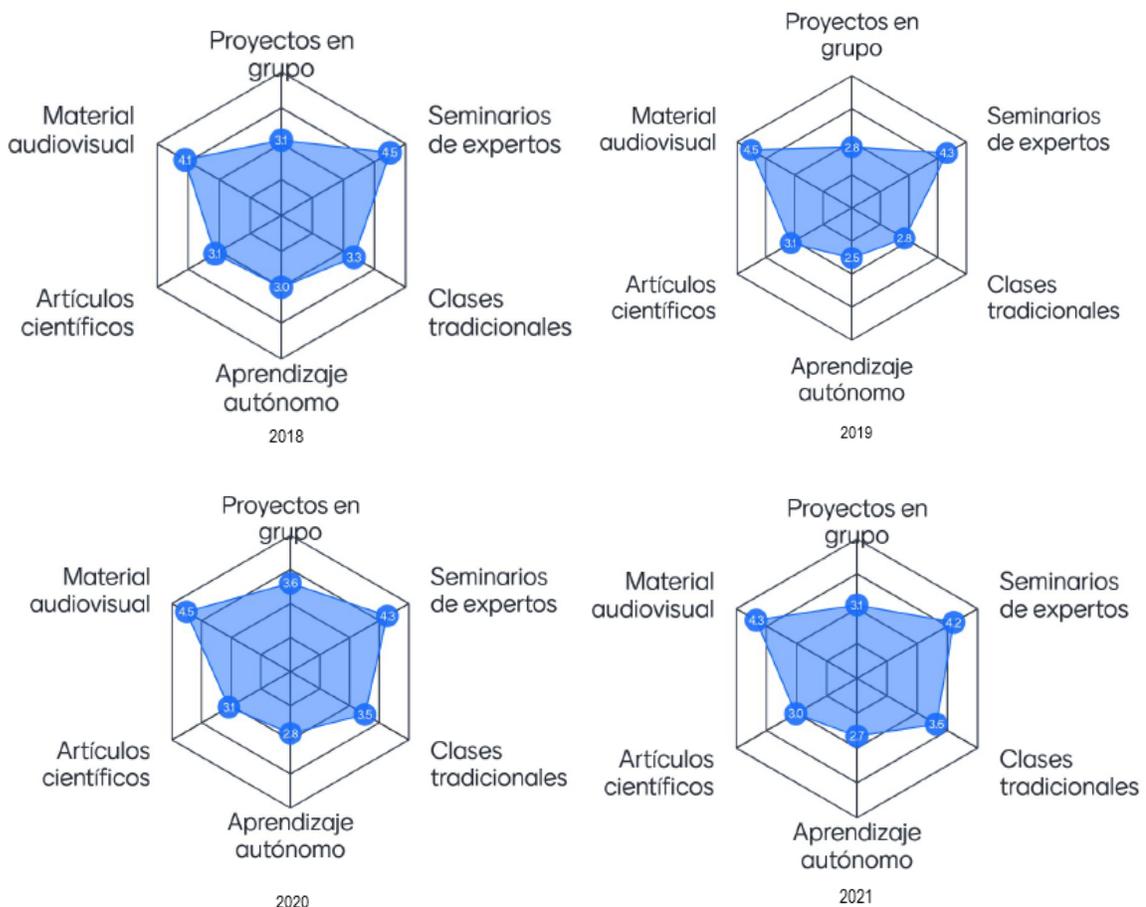


Figura N° 4. Calificación promedio por método de aprendizaje para cada año

Las dos metodologías donde estudiante se encuentra más dispuesto a adquirir conocimientos en esta temática son con material audiovisual y con seminarios de expertos, alcanzando una puntuación en promedio de 4,3 para ambos casos y siendo constante en los cuatro años de datos recolectados en una calificación en una escala de uno a cinco —siendo uno con poco interés y cinco muy interesado. Esto contrasta en gran medida con la metodología que se sigue en el curso, de donde un punto fuerte es que durante el semestre se realizan charlas con expertos en temas relacionados con la industria de la construcción con miras desde la sustentabilidad. Por

otro lado, los estudiantes dieron cierto puntaje a otras instancias de enseñanza como: proyectos en grupo, clases tradicionales, aprendizaje autónomo y artículos científicos. Siendo de estas la de aprendizaje autónomo con el menor puntaje durante los cuatro años. La característica de aprendizaje mediante artículos científicos muestra una calificación media, alcanzando en promedio un valor de 3,1, colocando este aprendizaje en interés por encima de las clases tradicionales y aprendizaje autónomo, pero por debajo de las charlas y material audiovisual.

## 5. CONCLUSIONES

Desde la educación superior universitaria y mediante la asignatura de Sustentabilidad en la Construcción del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ha venido resaltando la preocupación e importancia de la sustentabilidad en la industria de la construcción. Así mismo, se evidencia que la metodología aplicada, ayudan al estudiante a iniciar, mejorar y profundizar mejor los conceptos relacionados en esta temática y que puedan analizar de manera holística los diferentes actores que participan o están involucrados en dicha industria.

Se muestra claramente que los estudiantes tanto de pregrado como de postgrado —magister y doctorado— aprecian que la enseñanza se realice en gran medida con charlas de expertos en la industria de la construcción con énfasis en la sustentabilidad, tal como se aprecia en la preferencia de estudio. Por otro lado, se observa que se ha despertado el interés de los estudiantes en esta área y a su vez en afianzar sus conocimientos, en vista de que el porcentaje de estos incrementó año y año al llegar al curso con conocimientos previos y mostrándose intereses investigativos para estudiantes de postgrado, incrementando de igual manera cada año.

Por último, se puede corroborar que la metodología de evaluación sin examen ha sido favorable para la enseñanza, desde una edad muy temprana hasta personas con conocimientos previos en sustentabilidad desde un nivel académico superior, como es el caso para los doctorados, dado que características de enseñanza como aprendizaje autónomo y clases tradicionales obtuvieron calificaciones inferiores comparadas con las de charlas con expertos y apoyo con material audiovisual.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Por un lado, agradecer al Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile por el apoyo y motivación para realizar innovaciones docentes. Por otro lado, un agradecimiento especial al equipo docente y a los estudiantes interesados en la sustentabilidad. Por último, agradecer al proyecto ANID BASAL FB210015 CENAMAD.

## 7. REFERENCIAS

- Australian Institute of Health and Welfare. (n.d.). *Built environment and health*. Retrieved July 21, 2022, from <https://www.aihw.gov.au/reports/australias-health/built-environment-and-health>
- Calder, W., & Clugston, R. M. (2003). Progress Toward Sustainability in Higher Education. *Environmental Law Reporter: News & Analysis*, 33(1), 1. <https://dbproxy.udallas.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=13926432&site=ehost-live&scope=site>
- Graham, E., & Warren-Myers, G. (2019). Investigating the efficacy of a professional education program in promoting sustainable residential construction practices in Australia. *Journal of*

- Cleaner Production*, 210, 1238–1248. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.10.354>
- Greenland, S., Saleem, M., Misra, R., & Mason, J. (2022). Sustainable management education and an empirical five-pillar model of sustainability. *International Journal of Management Education*, 20(3), 100658. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2022.100658>
- Holdsworth, S., Wyborn, C., Bekessy, S., & Thomas, I. (2008). Professional development for education for sustainability: How advanced are Australian universities? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(2), 131–146. <https://doi.org/10.1108/14676370810856288/FULL/XML>
- Kibert, C. J. (2022). *Sustainable construction : green building design and delivery* (Wiley (ed.)).
- Moore, J. (2007). Barriers and pathways to creating sustainability education programs: policy, rhetoric and reality. <http://Dx.Doi.Org/10.1080/13504620500169692>, 11(5), 537–555. <https://doi.org/10.1080/13504620500169692>
- O’Flaherty, J., & Liddy, M. (2017). The impact of development education and education for sustainable development interventions: a synthesis of the research. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1392484>, 24(7), 1031–1049. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1392484>
- Ogunmakinde, O. E., Egbelakin, T., & Sher, W. (2022). Contributions of the circular economy to the UN sustainable development goals through sustainable construction. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 106023. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.106023>
- Parkes, C., Kolb, M., Schlange, L., Gudić, M., & Schmidpeter, R. (2020). Looking forward: Leadership Development & Responsible Management Education for advancing the implementation of the Sustainable Development Goals (SDGs). *The International Journal of Management Education*, 18(2), 100387. <https://doi.org/10.1016/J.IJME.2020.100387>
- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.055>
- Swanson, D. M., & Gamal, M. (2021). Global Citizenship Education / Learning for Sustainability: tensions, ‘flaws’, and contradictions as critical moments of possibility and radical hope in educating for alternative futures. <https://doi.org/10.1080/14767724.2021.1904211>, 19(4), 456–469. <https://doi.org/10.1080/14767724.2021.1904211>
- Thomas, I., Hegarty, K., Holdsworth, S., Thomas, I., Hegarty, K., & Holdsworth, S. (2012). The Education for Sustainability Jig-Saw Puzzle: Implementation in Universities. *Creative Education*, 3(6), 840–846. <https://doi.org/10.4236/CE.2012.326125>
- United Nations. (2019). *United Nations sustainable development agenda*. United Nations Sustainable Development. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/>