

Huang-Saad, A., Duval-Couetil, N., & Park, J. (2018). Technology and talent: capturing the role of universities in regional entrepreneurial ecosystems. *Journal of Enterprising Communities*, 12(2), 92–116. <https://doi.org/10.1108/JEC-08-2017-0070>

National Academy of Engineering (NAE). (2004). *The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10999>

Oswald Beiler, M. R. (2015). Integrating Innovation and Entrepreneurship Principles into the Civil Engineering Curriculum. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 141(3), 04014014. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.19435541.0000233](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.19435541.0000233)

World Economic Forum. (2009). Educating the next wave of entrepreneurs: Unlocking entrepreneurial capabilities to meet the global challenges of the 21 st Century. *World Economic Forum: A Report of the Global Education Initiative*, (April), 184. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1396704>

## **UN SISTEMA DE PORTAFOLIO PARA EVALUAR EL PERFIL DE INGRESO EN UN MAJOR DE INGENIERÍA, DISEÑO E INNOVACIÓN**

Constanza Miranda - DILAB Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile - [csmirand@uc.cl](mailto:csmirand@uc.cl)  
Julián Goñi - DILAB Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile - [jvgoni@uc.cl](mailto:jvgoni@uc.cl)

### **RESUMEN**

El 2013 la escuela de ingeniería de la Pontificia Universidad Católica pone en marcha una malla de concentraciones multidisciplinarias llamadas “majors”. Entre ellas, se funda el major de Ingeniería, Diseño e Innovación (IDI). Este artículo intentará retratar el sistema de postulación diseñado para la concentración de cursos IDI. Considerando la naturaleza del programa y su vinculación con el medio, el sistema busca evidenciar habilidades fuera de los conocimientos científico matemáticos. Estas constituyen “competencias profesionales” de acuerdo a la nomenclatura de ABET. Se propone que

tales competencias pueden ser predictoras del involucramiento y desempeño del estudiante, en consideración que la orientación del Major enfatiza un mayor compromiso con la sociedad y la necesidad de generar equipos de trabajo. Un comité AdHoc evalúa 1) un portafolio de casos o proyectos 2) Un ensayo reflexivo sobre un tema de contingencia en el área 3) Un promedio ponderado (10%) de un set de cursos del plan básico. Esta experiencia de evaluación es consistente con la noción de evaluación formativa en educación superior, que se orienta a transformar la herramienta de evaluación en un instrumento de aprendizaje en sí mismo. Finalmente, se discuten los efectos la autoselección de los estudiantes y del potencial discursivo de la herramienta para alumnos de pregrado.

PALABRAS CLAVE: portafolio, perfil de ingreso, diseño, ingeniería

## INTRODUCCIÓN

Existen esfuerzos globales para la actualización de la educación en ingeniería para que se enfoque en competencias profesionales y aprendizaje activo. Es en esta línea que la entidad acreditación norteamericana ABET (Accreditation Board of Engineering Technologies), implementó el EC2000 (Henriksen 1997; Prados 1997) que está construido sobre la evaluación de logros de aprendizaje. El EC2000 impactó a las salas de clases alrededor del mundo, haciendo que las competencias de comunicación y trabajo multidisciplinario sean centrales en la experiencia de aprendizaje del estudiante (Borrego, Froyd & Hall, 2010). Es en este contexto que las actividades de ingeniería-diseño y el aprendizaje basado en proyectos se vuelven centrales para muchas escuelas de ingeniería (Borrego, Froyd & Hall, 2010). Enmarcado en este contexto nace el currículo de “Nueva Ingeniería”, impulsado por el decanato de la P. Universidad Católica. Dentro de los programas creados, está el Major de Ingeniería Diseño e Innovación (IDI) que concentra una malla de 100 créditos de los cuales 80 son obligatorios y se cursan en las Escuelas de Diseño y Escuela de Ingeniería. Los 20 créditos restantes tienen optatividad de “tracks” para proseguir alguna especialidad o titulación que se articula con el “minor” que los estudiantes seleccionen. La logística docente de este currículo *major* se conduce desde el DILAB, un intradepartamento ubicado en ingeniería mecánica.

La creación de la concentración superior “IDI” puede ser vinculada al “*design turn*” (Dong, 2014) en los discursos sociales sobre la innovación. En general, el diseño ha ganado prestigio como motor central para el desarrollo de productos y servicios, a través de su oferta de métodos concretos (Le Masson, Weil, & Hatchuel, 2010; Cagan & Vogel, 2002; Ulrich & Eppinger, 2004). También se ha valorado el diseño en la innovación, en cuanto promueve el desarrollo de competencias afines, como la experimentación, autonomía, prospectiva y aceptación de la incertidumbre (von Stamm, 2004, 2013). Se evidencia que la aplicación del diseño a la innovación e ingeniería escapa del modelo tradicional de la enseñanza de contenidos y enfatiza de manera más profunda el desarrollo de competencias y métodos.

Por otra parte, desde la teoría educacional, se ha incrementado la demanda por asegurar sistemas de evaluación que sean concordantes con la naturaleza del contenido a aprender (Brown, 2004; Gillett & Hammond, 2009). Brown (2004) y Gillett & Hammond (2009) describen el cambio en las tendencias de evaluación de aprendizaje, como un cambio hacia estrategias contemporáneas y situadas al propósito de enseñanza. Esto, en oposición a estrategias universales y descontextualizadas de evaluación que han caracterizado las prácticas educativas en general. La revisión de Hamodi et al. (2015) enfatiza que la evaluación formativa transforma el proceso de evaluación en un proceso de aprendizaje en sí mismo, tanto para el alumno como para la institución.

Así como para el alumno es relevante evaluar su propio aprendizaje, para las instituciones es relevante evaluar cuáles son las características y competencias necesarias para cursar sus programas de

estudio. Esto ha sido denominado “Perfil de Ingreso” de la institución. En general, puede ser definido como el conjunto de características deseables de un alumno nuevo (en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes) que se muestran como necesarias para concluir con éxito la formación profesional (Alvarado, 2017).

En el caso del cruce entre diseño, ingeniería e innovación, los sistemas de evaluación y perfiles de ingreso tradicionales parecen no ser consistentes con el contenido a enseñar. Estos sistemas, basados en el desempeño de pruebas de contenido científico-matemático, no consideran elementos centrales del proceso de innovación, como gestión del conflicto y trabajo en equipo (cf. Miranda, 2013). Vemos en relación a esta tendencia, una importante necesidad de discutir y presentar experiencias de evaluación formativas y perfiles de ingreso que resulten consistentes con la enseñanza de la innovación.

En otras palabras, es necesario procurar por la consistencia evaluativa de la innovación: no se puede evaluar tradicionalmente el aprendizaje de lo creativo, ni se puede evaluar unidimensionalmente la enseñanza de lo complejo. En este contexto, DILAB decide generar un sistema mixto de evaluación y selección, con un importante foco en el desarrollo de portafolios.

El portafolio puede ser entendido como una colección intencionada del trabajo del estudiante que exhibe y demuestra la trayectoria de esfuerzos y aprendizajes de un alumno (Qvortrup & Keiding, 2015; Grandberg, 2010). También, al alumno le ofrece una herramienta para explorar los sentimientos, valores, creencias y disposiciones que ha adquirido durante su formación (Qvortrup & Keiding, 2015)

La revisión de Peter Seldin (2006) ofrece una argumentación sistemática del sentido y beneficios del uso de portafolios para la evaluación del aprendizaje en educación terciaria. Cuando el foco de la evaluación es formativo, los portafolios promueven que los alumnos reflexionen sobre sus propios éxitos y experiencias educativas, al mismo tiempo que generan un producto concreto que lo constata (Devanas, 2006). El trabajo de Smith y Tillema (2003) ofrece una nomenclatura básica para clasificar portafolios:

1. *Dossier portafolio* (logros y ejemplares de trabajo para efectos promocionales)
2. *Training portfolio* (colección de esfuerzos acumulados durante un programa de formación)
3. *Reflective portfolio* (un conjunto personal de trabajos orientados a proveer evidencia de los méritos para la promoción o admisión en un programa)
4. *Development portfolio* (una revisión reflexiva del desarrollo personal durante el tiempo)

El sistema de perfilación de ingreso diseñado por DILAB es consistente con la categoría de “*Reflective Portfolio*” [Portafolio reflexivo] (Smith & Tillema, 2003) y se orienta a que los alumnos reflexionen sobre los casos y/o proyectos en que se han involucrados. Esto para argumentar el mérito y potencial que presentan tempranamente para trabajar en contextos de innovación.

## **DESARROLLO**

El ingreso al programa de Major de Ingeniería, Diseño e Innovación (IDI), contempla la postulación por medio de 1) un portafolio de casos o proyectos, 2) un ensayo reflexivo sobre un tema de contingencia en el área y 3) un promedio ponderado (10%) de un set de cursos del plan básico.

### **Un programa de vacantes reducidas**

La impartición de un major de ingeniería, diseño e innovación es una decisión que, en torno al uso eficiente de recursos, no es la más beneficiosa para una escuela de ingeniería desde un punto de

vista de la maximización de estudiantes entrenados. Es un modelo educativo que busca alejarse de la línea de instrucción que asemeja a una línea de ensamblaje industrial y se centra en el aprendizaje activo basado en la resolución de problemas y la creación de proyectos. Es por ello que en el caso del Major IDI, solo se cuenta con 50 vacantes para asegurar que en los cursos no hayan más de 25 estudiantes por clases de estilo taller y no más de 50 en las de tipo teórico.

### Cursos enfocados al trabajo en equipo y con contrapartes reales

En la Figura 1 se retratan los cursos que comprenden la “espinas dorsal” del Major. Como muchos de los majors acreditados por ABET, este comienza con el curso “cornerstone” y culmina con un “capstone”. Cada uno de estos cursos tiene 10 créditos. Los cursos en rojo son solamente de la malla del Major, ya que Desafíos de la Ingeniería (ING1004) es un curso propio del plan básico pero que entrega las primeras competencias relacionadas con IDI. De ellos, existen al menos dos que trabajan directamente con contrapartes del mundo real: Antro Diseño (IDI2015) y Laboratorio de Diseño y Pensamiento de Sistemas (IDI2004). Todos los cursos en rojo implican trabajo en equipo constante y el uso de recursos monetarios de la unidad para el desarrollo de prototipos. Es por ello que se hace muy relevante la no deserción de los alumnos durante el curso y un alto compromiso con contrapartes y unidades externas.

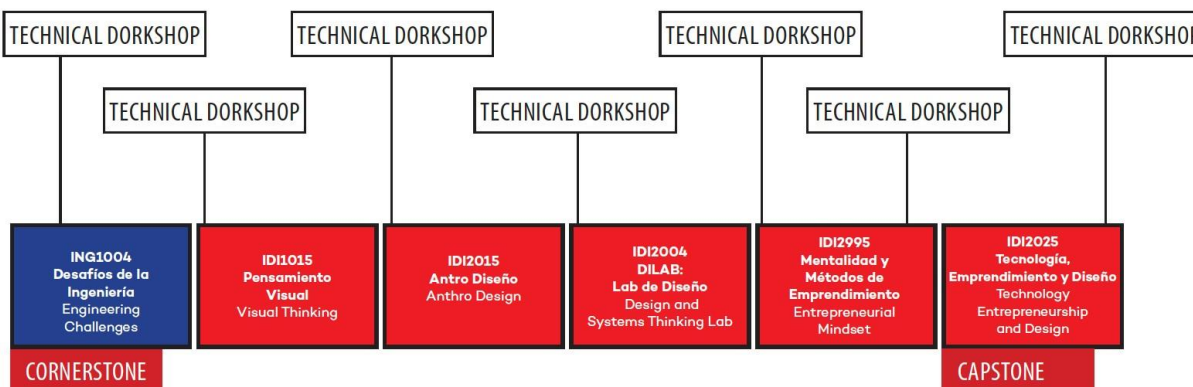


Figura 1. Cursos “espinas dorsal” del Major IDI

### Sistema de selección

Desde el primer año, los estudiantes son orientados en la toma de ramos e identificación de a cuál programa de concentración mayor (Major) y titulación (Especialidad de Ingeniería) debiesen postular. Durante el segundo año de malla, los alumnos de pregrado de ingeniería (malla común) toman un curso llamado “exploratorio” que dura un semestre. Este es un curso que cada major o departamento (dependiendo el caso) propone para que los alumnos puedan hacer una “sinopsis” de lo que el major implica tanto a nivel de contenidos como de formatos de trabajo. En el caso de los major con vacantes limitadas (como el IDI y el de ingeniería biomédica), existen procesos de selección de perfil de ingreso para limitar la cohorte.

En lo particular, el Major IDI busca un perfil de estudiantes motivados, con potencial creativo y con capacidad de liderazgo para enfrentar los dilemas complejos de la innovación y el diseñoingeniería. Este Major busca estudiantes que con rigor, pasión y esfuerzo hagan uso de su pensamiento individual y demuestren iniciativa para enfrentar proyectos en el mundo real. Así mismo, se busca estudiantes que estén dispuestos a comprometerse más allá de una retribución académica, tanto con

organizaciones y empresas, como con los equipos que deberán trabajar. Si bien la excelencia académica es importante, se sabe que existen algunas cualidades relacionadas con el pensamiento crítico que no son completamente medibles por medio de notas o pruebas estandarizadas.

Por esta razón, el mayor IDI, inspirado en experiencias exitosas de otros programas y otras universidades internacionales, ha ideado un sistema de postulación que dará a los alumnos la oportunidad de describir experiencias que avalen sus cualidades de liderazgo, compromiso y motivación. El proceso es informado por la Dirección de Pregrado y en resumen contempla lo siguiente:

1. **Ensayo (40%):** El ensayo busca “escuchar la voz del estudiante” en cuanto a un tema relacionado con diseño, ingeniería e innovación. Es un ensayo corto, entre 500-700 palabras. La pregunta, que debe ser contestada en el ensayo, se sube 15 días previo al proceso para que el estudiante pueda prepararla. Para la comisión de este proceso es importante comprender cómo el estudiante impacta al mundo a su alrededor, a su mundo inmediato y al que no lo es tanto. Es relevante que el punto de vista del alumno sea distinguible y que no se diluya en formalidades ni palabras sin fondo. Se entrega de modo digital.
2. **Portafolio (50%):** Cada estudiante debe desarrollar un portafolio gráfico con un mínimo de 3 piezas que representen las actividades, intereses y creatividad del postulante dentro y fuera de la sala de clases. No se busca la excelencia técnica ni que el alumno sea un experto en tecnologías o conocimientos específicos en el área de la ingeniería, diseño o innovación. Con este portafolio se busca evidenciar el potencial del estudiante en cuanto a liderazgo, pasión, intención proyectual y compromiso con una idea o proyecto. Queremos que el alumno destaque su proceso, errores, modo estratégico de pensar y su liderazgo. Dentro de las piezas pueden existir casos o proyectos. A continuación, el detalle de ambos.
  - a. **Caso:** Descripción de un proyecto y la participación particular del estudiante en él. El caso debe incluir una breve descripción escrita de la problemática general combinado con información visual (fotos, storyboards, narrativas o dibujos). Ejemplos de casos pueden ser: participación en alguna organización sin fines de lucro, algún emprendimiento, viaje, banda musical, etc.
  - b. **Proyecto:** Pieza realizada por el alumno que se relacione con su interés por realizar un proyecto/producto aplicado. Este tipo de proyecto puede ser, por ejemplo, el trabajo realizado en “Desafíos de la Ingeniería” o “Pensamiento Visual” independientemente a si haya sido exitoso o no. También podría ser algún trabajo creativo realizado durante la época escolar. Para estos proyectos el estudiante debe explicar brevemente sus etapas y su participación particular
4. **Promedio Ponderado PP (10%):** se reportará el promedio de las notas de los siguientes cursos: Cálculo I, Química General II, Desafíos de la Ingeniería, Álgebra Lineal, Cálculo II, Estática y Dinámica, Introducción a la Programación, Cálculo III, Termodinámica, Ecuaciones Diferenciales e Introducción a la Economía

### El portafolio de casos y proyectos

El estilo de portafolio que se pide es de carácter reflexivo (Smith & Tillema, 2003) y busca que los estudiantes describan su trabajo siendo reflexivos sobre su aporte. La Figura 2 muestra un ejemplo de cómo se ve un portafolio en ejemplares de la presentación de un proyecto (ej. Un producto) y piezas de casos (ej. Ser ayudante).

# KNEEVENOUT

WWW.GRAYSTONEGROUP.ORG/PRESS.COM  
 DILAB LABORATORIO DE INGENIERIA EN INGENIERIA Y SISTEMAS

VICENTE VIEL  
 ESTUDIANTE ING. CIVIL TRANSPORTES  
 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA

SCOTT RAMEY  
 ESTUDIANTE ING. CIVIL MECANICA  
 UNIVERSITY OF NOTRE DAME

GRACIOUS ADEGBITE  
 ESTUDIANTE ING. CIVIL MECANICA  
 UNIVERSITY OF NOTRE DAME

Nace a partir de un proceso de investigación cuanti y cualitativa de diseño ingeniería en el contexto de movilidad en la tercera edad.

A través de herramientas de etnografía aplicada en terreno determinamos que los kinesiólogos usan principalmente datos cualitativos para determinar el progreso de sus pacientes.

El dispositivo diseñado consistió en una rodillera con un giroscopio en la parte superior la cual registraba datos del paciente para luego ser visualizados en una interfaz por el kinesiólogo.

La construcción del material visual acompañó a cada una de las entregas realizadas: la investigación cualitativa, la detección de oportunidades de diseño, la propuesta de soluciones, y el prototipado y testeo de la solución escogida.



## AYUDANTE

### INTRO. A LA PROGRAMACIÓN

2014-2

Ayudante en sesiones de ejercicios de programación presencial en lenguaje Python.

### PENSAMIENTO VISUAL

2015-1 // 2015-2  
 2016-1 // 2016-2

Ayudante de programación: Python, JavaScript, HTML y CSS.

Asesoramiento técnico y conceptual de entregas de proyectos de infografías, visualización de datos y physical computing.



Figura 2. Imagen de portafolio de un estudiante donde se ven un proyecto y un caso.

## RESULTADOS

El portafolio ha sido muy importante para entregar evidencia de quiénes están ingresando al mayor. Si bien, en un principio (2013) los estudiantes no entendían muy bien lo que es un portafolio hoy, 5 años después (2018) ya es una palabra frecuente en su vocabulario. Es más, los estudiantes hoy, durante la carrera, generan un segundo portafolio para evidenciar sus competencias al egreso usualmente para ser utilizado en entrevistas con posibles empleadores.

## Perfil Pro-Social

Durante estos 5 años, y ya con una cohorte de licenciados (2018), nos hemos dado cuenta que existe una tendencia de los estudiantes que postulan al IDI a ser muy activos en sus comunidades. En general, estos postulantes exhiben un comportamiento prosocial (Dovidio, Piliavin, Schroeder & Penner, 2006) . Aunque algunas de las experiencias son universitarias (por ejemplo, la presentación de un proyecto de un curso en primer año), muchos de los casos que presentan son previos al ingreso a la educación superior. Es más, destacan los casos donde participan como presidentes de curso o del consejo de su institución secundaria. También se denotan casos donde los estudiantes son parte de una comunidad scout, participan de alguna cuadrilla de “trabajos” sociales o generan emprendimientos. Si bien no hemos dado un análisis exhaustivo hasta hoy, hemos podido evidenciar que el portafolio refleja identidades congruentes con lo que buscamos en el mayor como perfil de ingreso. Un estudiante motivado, comprometido y capaz de ser un agente social activo.

## Autoselección y automarginación del programa

Si bien el sistema de identificación de perfil de ingreso del mayor no busca el identificar la existencia de competencias técnicas para el *Mayor* como lo serían: dibujar, competencias de habilidades espaciales o de construcción u oficio; logra identificar la existencia de competencias personales y la identidad del estudiante. Con el tiempo, hemos descubierto que esta herramienta se vuelve importante para la aseveración de un compromiso del estudiante para entrar al mayor. Consecuentemente, los estudiantes que no están muy convencidos de su nivel de compromiso con su trabajo universitario deciden automarginarse del programa. Hasta el día de hoy, no existe ningún reporte de estudiante que dé un paso al costado debido a su PP o por la escritura de un ensayo. Sin embargo, escuchamos cosas como “Es mucho trabajo hacer un portafolio”, lo que para nosotros ejemplifica a un estudiante que no está dispuesto a entregar su tiempo a una tarea extraordinaria.

## CONCLUSIÓN

El sistema de ingreso a una de las 50 vacantes del Mayor IDI ha probado ser una manera concordante con la naturaleza del contenido a aprender durante la concentración de cursos en ingeniería, diseño e innovación. El proceso de evaluación, sobre todo del portafolio y del ensayo, se ha vuelto un proceso de aprendizaje en sí mismo tanto para los estudiantes como para el DILAB y la Escuela de Ingeniería UC. Más allá de competencias, el sistema busca identificar actitudes deseables en los estudiantes logrando congruencia ambiente-persona (Holland, 1959; Nauta, 2010) con el programa y una persistencia de más de un 90% por cohorte. Esperamos, que en un futuro no muy lejano, este sistema comprensivo se utilice para evaluar la entrada de los estudiantes hacia el pregrado en Chile. El trabajo que queda por hacer es medir si las competencias del perfil de ingreso se potencian durante la licenciatura y cuál es el diferencial con el perfil de egreso de esta concentración superior de cursos. También esperamos ahondar en el uso de la herramienta de portafolio reflexivo (Smith & Tillema, 2003) en el curso de Mentalidad y Métodos de Emprendimiento (IDI2995) ya que es un curso que permite ahondar en estos tópicos de aprendizaje del quehacer de un ingeniero a largo plazo.

## REFERENCIAS

- Alvarado, R.. (2017). Perfil de ingreso ideal contra real de estudiantes de la Licenciatura en Gestión Turística, Facultad de Ciencias de la Administración, Campus IV; Universidad Autónoma de Chiapas. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 4(8).
- Brown, S. (2004). Assessment for Learning. *Learning and Teaching in Higher Education* 1 (1): 81–89.
- Cagan, J., & Vogel, C. M. (2002). *Creating breakthrough products: Innovation from product planning to program approval*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR.
- Devanas, M. A. (2006). Teaching portfolios. In P. Seldin (Ed.), *Evaluating faculty performance: A practical guide to assessing teaching, research, and service* (pp.111-130). San Francisco: Anker Publishing Company.
- Dong, A. (2014): Design x innovation: perspective or evidence based practices. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 3(3-4), 148-163.
- Dovidio, J. F., J. A. Piliavin, D. A. Schroeder, and L. A. Penner. (2006). *The Social Psychology of Prosocial Behavior*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Gillett, A., and A. Hammond. (2009). Mapping the Maze of Assessment. *Active Learning in Higher Education*, 10 (2): 20–137.
- Granberg, C. (2010). E-portfolios in teacher education 2002–2009: the social construction of discourse, design and dissemination. *European Journal of Teacher Education*, 33(3), 309-322.
- Hamodi, C., López Pastor, V. M., & López Pastor, A. T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles educativos*, 37(147),146-161
- Holland, J. L. (1959). A theory of vocational choice. *Journal of Counseling Psychology*, 6, 35–45.
- Le Masson, P., Weil, B., & Hatchuel, A. (2010). *Strategic management of innovation and design*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Miranda, C. (2013). Mapping Visual Negotiations in Innovation Driven Teams: A Peek into the Design Process Culture of Graduate Engineering Students. Doctoral thesis.North Carolina State University.
- Nauta, M. M. (2010). The development, evolution, and status of Holland's theory of vocational personalities: Reflections and future directions for counseling psychology. *Journal of counseling psychology*, 57(1),11.
- Qvortrup, A., & Keiding, T. B. (2015). Portfolio assessment: Production and reduction of complexity. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 40(3), 407-419.
- Seldin, P. (Ed.). (2006). *Evaluating faculty performance: A practical guide to assessing teaching, research, and service*. Bolton, MA: Anker.
- Smith, K., & Tillema, H. (2003). Clarifying different types of portfolio use. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 28(6), 625–648.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2004). *Product design and development* (3rd ed). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.

von Stamm, B. (2004). Innovation—What's design got to do with it? *Design Management Review*, 15, 10–19.

von Stamm, B. (2013). The role of design in innovation: A status report. In R. Cooper, S. Junginger, & T. Lockwood (Eds.), *The handbook of design management* (pp. 316– 330). London: Bloomsbury Academic.