

## CURRÍCULO PRETENDIDO PARA DESARROLLAR COMPETENCIAS ESTADÍSTICAS FUNDAMENTALES EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS DE LA SALUD

Emilse Gómez-Torres

Statistics Department, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

[egomezt@unal.edu.co](mailto:egomezt@unal.edu.co)

*Se propone un currículo para estudiantes de pregrado, bajo condiciones de alta diversidad académica, sociodemográfica y de intereses profesionales. El diseño curricular se ha basado en recomendaciones internacionales y una consulta a los coordinadores de programa, de una universidad pública colombiana, sobre necesidades de formación estadística. Este currículo pretende desarrollar una selección de competencias estadísticas fundamentales requeridas para las futuras prácticas profesionales en Ciencias de la Salud, reconociendo la importancia en el proceso formativo tanto del rol del aprendiz como del rol del docente.*

### PROBLEMA

En una universidad pública colombiana, la asignatura Bioestadística Fundamental se ofrece desde 2009 a estudiantes de Enfermería, Odontología, Terapia Ocupacional, Nutrición y Dietética, Fisioterapia, Fonoaudiología, Ingeniería agronómica, Medicina Veterinaria, Zootecnia, Biología, Farmacia, Geología, Química, Matemáticas, y Estadística. En la mayoría de esos planes de estudio, esta asignatura se ubica en el segundo semestre del programa académico (primer año de estudios) y el único requisito previo corresponde a acreditar conocimientos básicos de matemáticas escolares; además, en la mitad de estos planes es la única asignatura con contenido estadístico y en la cuarta parte son optativas las asignaturas con contenido estadístico avanzado.

Un problema frecuente ha sido su tasa de aprobación relativamente baja (entre 60% y 70%); para mitigarlo las principales acciones, del Departamento de Estadística y de la Dirección Académica, se han encaminado a aumentar el acompañamiento en el proceso formativo de los estudiantes, mediante asesorías académicas con monitores (estudiantes de maestría o de últimos semestres del pregrado en Estadística). Es de notar que las asesorías con monitores, o con el profesor del curso, son actividades de asistencia voluntaria para resolver dudas y forman parte del tiempo de trabajo extra-clase. Desafortunadamente, la mayoría de estudiantes no hacen uso de este servicio.

En los últimos años, en la primera semana de clases he aplicado un cuestionario a los estudiantes inscritos en los cursos a mi cargo, con el fin de recopilar aspectos académicos, sociodemográficos, creencias y conocimientos previos. Los resultados han mostrado alta diversidad en los conocimientos previos de los estudiantes (desde desconocimiento absoluto por deficiencias en la educación escolar hasta aprobación de cursos universitarios afines a la temática). En particular, hay diferencias notables en los niveles de formación matemática, habilidades computacionales, y formación básica en estadística y probabilidad.

Esta caracterización semestral y un análisis del plan de estudios de cada pregrado sugieren que las necesidades de formación de los estudiantes que cursan la asignatura Bioestadística Fundamental son muy diferentes y justificarían la creación de dos o tres asignaturas distinguibles entre sí, en concordancia con sus conocimientos previos, su futura práctica profesional y la articulación de la Estadística en su plan de estudios. En particular, se propone una asignatura de estadística orientada a estudiantes de pregrado en ciencias de la salud humana (específicamente Enfermería, Odontología, Terapia Ocupacional, Nutrición y Dietética, Fisioterapia, Fonoaudiología).

La revisión de literatura al respecto refleja que no es un problema local. Schwab-McCoy (2019) extrae tendencias de investigación sobre la instrucción estadística en la formación de profesionales no estadísticos, para ello analiza 61 artículos publicados (1995–2016), 11 de los cuales corresponden a ciencias de la salud. Estos 11 artículos reflejan el interés de los autores por mejorar el contenido y el currículo, estrategias pedagógicas, evaluación, actitudes hacia la estadística, y ansiedad. Varias publicaciones coinciden en la importancia de incorporar aplicaciones y uso de datos reales para incrementar competencias estadísticas básicas, considerando especializar el contenido de estos cursos de estadística para estudiantes de ciencias de la salud.

A continuación se exponen sintéticamente propuestas, publicadas en artículos, referidas a la formación en Bioestadística que deberían recibir estudiantes de programas de pregrado o posgrado en

Ciencias de la Salud. Luego, se presenta la metodología seguida para construir este diseño curricular, el cual se expone posteriormente, y se finaliza con una discusión acerca del alcance de esta propuesta.

## ANTECEDENTES

Rao (2008) propone un currículo para la formación estadística de residentes de medicina, siguiendo los principios de *medicina basada en la evidencia*. Su objetivo es la comprensión de lenguaje estadístico y aspectos asociados al diseño, análisis y resultados expuestos en trabajos de investigación. El esquema propuesto se fundamenta en dividir conceptos estadísticos en categorías clave, discutir cada categoría en una o dos sesiones orientadas por los profesores, y destinar una sesión para discutir un artículo publicado que ilustre conceptos y sea relevante desde el punto de vista clínico.

Hayat (2014) presenta ideas para desarrollar un currículo estadístico como parte de la formación en Enfermería a diferentes niveles universitarios (pregrado y posgrado). Esta propuesta surge de discusiones en un panel de cinco expertos estadísticos con experiencia en la enseñanza a estudiantes de Enfermería, quienes concluyen: “Como resultado del énfasis en la práctica basada en la evidencia, los estudiantes de todos los niveles de grado deben tener la capacidad de leer críticamente y comprender la literatura de enfermería y cuidado de la salud” (p. 197). Específicamente dice: “Las habilidades de análisis de datos no son necesarias en el nivel de pregrado. Se recomienda un curso de alfabetización estadística y razonamiento para los estudiantes de pregrado, con un fuerte énfasis en el pensamiento crítico” (p. 196).

Oster et al. (2015) presentan 21 competencias estadísticas para desarrollar en estudiantes de CTS (ciencias clínicas y traslacionales, combina formación médica con biológica y métodos de investigación cuantitativa) y las clasifican en fundamentales (9), intermedias (6), o especializadas (6), según el nivel de conocimiento requerido para desempeñarse en alguno de los siguientes perfiles de egreso: lector informado de la literatura, co-investigador, o investigador principal. Esta clasificación surge de analizar respuestas de 18 educadores expertos en bioestadística, epidemiología, y diseño de investigación, quienes valoraron el nivel de competencia requerido por los estudiantes (ninguno, algo o alto), teniendo en cuenta los tres posibles perfiles de egreso y los antecedentes en investigación de los aprendices potenciales (sin experiencia previa, lector de literatura de investigación, con experiencia previa). Los autores plantean tres asignaturas, en lugar de una asignatura “talla única para todos,” diseñadas considerando los antecedentes de los estudiantes, los perfiles de egreso, y una línea de base para conocimientos previos. Los autores sostienen que este esquema de tres asignaturas con niveles diferenciados aumenta el potencial de aprendizaje y minimiza el tiempo de clase.

Enders et al. (2017) revisan la anterior lista de competencias, la actualizan y la refinan. Desde el punto de vista de los autores, un investigador médico casi seguro trabajará en un equipo investigador que incluya un integrante estadístico, por tanto su nivel de competencia estadístico debe estar más ligado al componente conceptual que al procedimental o cuantitativo. La nueva lista fue evaluada voluntariamente por 112 bioestadísticos y epidemiólogos, profesores de médicos, o investigadores médicos, quienes clasificaron en 19 competencias fundamentales y 5 no fundamentales.

Finalmente, Oster y Enders (2018) presentan 24 competencias estadísticas para los estudiantes de investigación médica (extendible a investigadores de ciencias de la salud), describiendo posibles usos y aplicaciones, con el fin de mejorar su aprendizaje específico. Bajo el supuesto que en pregrado inicia la formación de los futuros investigadores médicos y de otras ciencias de la salud, los autores citan la pertinencia de que las facultades incorporen las sugerencias del último reporte GAISE (Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) para educación estadística a nivel universitario (GAISE College Report ASA Revision Committee, 2016). Según los autores, estas sugerencias para cursos introductorios de estadística están alineadas con su análisis de competencias estadísticas fundamentales requeridas por los aprendices en investigación médica, guardadas las proporciones, pues se espera menor nivel de competencia en pregrado con respecto a posgrado. La única salvedad mencionada por los autores es prestar mayor atención a la evaluación de fuentes de sesgo, en especial cuando se involucran datos reales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## MÉTODO

Esta propuesta es el resultado de un estudio documental. Se fundamenta en las respuestas a cinco interrogantes clave para un diseño curricular: qué, cómo, a quién, dónde y cuándo. Las tres últimas se expusieron en la introducción: ¿A quién? estudiantes de pregrado, matriculados en ciencias de la salud

humana: Enfermería, Terapia Ocupacional, Nutrición y Dietética, Odontología, Fisioterapia, Fonoaudiología; con conocimientos previos muy básicos; cuyo plan de estudios omite asignaturas propias de matemáticas y asignaturas posteriores de estadística. *¿Dónde?* una universidad pública colombiana con sede en Bogotá. *¿Cuándo?* durante 16 semanas (duración del semestre académico en la institución) en su primer año de formación de pregrado.

Para definir *¿Qué?* se seleccionó un conjunto de competencias con base en recomendaciones internacionales, la estructura curricular colombiana, y el perfil del egresado en dicha universidad pública. Para ello, se diseñó una encuesta en línea, diligenciada por seis coordinadores de programa.

El cuestionario contenía 23 ítems relacionados con competencias estadísticas fundamentales, traducidas o adaptadas de 18 competencias propuestas por Oster y Enders (2018). La omisión de 6 competencias presentadas por estos autores, y las adaptaciones realizadas, fueron el resultado de analizar la viabilidad de su inclusión en un curso de 32 sesiones (cada una de 2 horas) para estudiantes de pregrado con el perfil antes descrito. En 18 ítems se utilizó una escala Likert, con cinco opciones, para valorar el nivel de relevancia de cada competencia en la formación de un estudiante según su programa. Los otros cinco ítems valoraban la relevancia percibida por los coordinadores del uso de software libre especializado (R o R Studio), frente a hojas de cálculo o aplicativos en línea, para la enseñanza de procedimientos estadísticos básicos.

Para definir *¿Cómo?* la base fueron recomendaciones internacionales como GAISE College Report ASA Revision Committee (2016), las citadas en la sección *antecedentes* o sugeridas por investigadores reconocidos (Garfield, Ben-Zvi, Batanero, Rossman, entre otros), la normativa de dicha universidad pública y la experiencia personal de la autora.

## CURRÍCULO PRETENDIDO

La formación de futuros profesionales en Ciencias de la Salud debería estar orientada al desarrollo de alfabetización estadística, en términos de Hayat (2014), o de un lector informado, siguiendo las sugerencias de Oster et al. (2015).

### *Descripción de La Asignatura*

La práctica de un profesional en ciencias de la salud humana involucra toma de decisiones en diversos momentos, en algunos casos siguiendo procedimientos estandarizados, en otros casos interpretando información de publicaciones como estudios de salud pública (por ejemplo, la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia–ENSIN) o artículos de revistas científicas (como Revista Facultad de Medicina) y en otros casos como miembro de un grupo de investigación. En tal sentido, esta asignatura pretende formar buenos consultantes y lectores críticos de investigaciones científicas en áreas disciplinares afines a la salud humana.

### *Competencias Que se Espera Desarrollar en El Curso*

Las respuestas de los seis coordinadores conllevan a una clasificación en tres grupos: competencias imprescindibles para casi todos los programas (Tabla 1), los coordinadores asignaron la puntuación más alta en la escala; competencias casi imprescindibles en estos programas (Tabla 2), los coordinadores asignaron alguna de las dos puntuaciones más altas en la escala; competencias muy relevantes en estos programas (Tabla 3), los coordinadores asignaron una puntuación alta, aunque pocos la más alta en la escala.

En cuanto a conocimiento procedimental, una práctica frecuente en cursos de introducción a la Estadística es apoyarse con el uso de software libre (en especial, R). Sin embargo, los coordinadores en forma unánime expresaron preferir el uso de hojas de cálculo o de aplicativos en línea (por ejemplo, para calcular percentiles).

### *Metodología Propuesta Para el Curso*

Los autores del informe GAISE (2016) y diversos investigadores reconocidos en el área de la educación estadística (e.g., Garfield, Ben-Zvi, Batanero, Rossman) han documentado las bondades del aprendizaje activo y contextualizado para el desarrollo de razonamiento estadístico.

En atención a estas sugerencias, en algunas experiencias de aula he implementado aprendizaje basado en proyectos, o aula invertida, o aprendizaje basado en problemas, o apoyo de simulación, con buenos resultados en general; aunque, cuando el componente de aprendizaje activo ha sido alto y el nivel

de autonomía de los estudiantes ha sido bajo, ha surgido cierta resistencia a la estrategia y ha disminuido la motivación. En consecuencia, la sugerencia para esta asignatura es alternar estrategias pedagógicas (como se ilustra en la Tabla 4), priorizando comprensión e interpretación en contexto y aprovechando el apoyo de herramientas computacionales para el análisis de datos.

Tabla 1. Competencias fundamentales imprescindibles para futuros profesionales de Ciencias de la Salud según encuesta a coordinadores de programa en una universidad pública colombiana

Competencia	No. de <i>imprescindible</i>	No. de <i>muy</i> <i>relevante</i>
C1.1 Evaluar la confiabilidad y validez de las mediciones.	5	1
C1.2 Identificar las fortalezas y limitaciones de los diseños de estudios para abordar una pregunta de investigación clínica.	5	0
C1.3 Comprender los métodos apropiados para la presentación de datos, especialmente gráficos y tablas estadísticas eficaces.	5	1
C1.4 Evaluar el impacto de la estadística en una investigación ética y de la ética en la práctica estadística.	4	1

Tabla 2. Competencias fundamentales casi imprescindibles para futuros profesionales de Ciencias de la Salud según encuesta a coordinadores de una universidad pública colombiana

Competencia	No. de <i>imprescindible</i>	No. de <i>muy</i> <i>relevante</i>
C2.1 Comprender los conceptos de confiabilidad y validez de las mediciones del estudio así como sus implicaciones en cuanto a sesgo.	3	3
C2.2 Evaluar las fuentes de sesgo y variación en estudios publicados y las amenazas a la validez del estudio (sesgo), incluyendo problemas con el muestreo, el reclutamiento de participantes, la aleatorización y la comparabilidad de los grupos de estudio.	3	3
C2.3 Comprender los componentes del tamaño de la muestra, la potencia y la precisión.	3	2
C2.4 Comprender el valor de la calidad y el procesamiento de los datos.	3	3

Tabla 3. Competencias fundamentales muy relevantes para futuros profesionales de Ciencias de la Salud según encuesta a coordinadores de programa

Competencia	No. de <i>imprescindible</i>	No. de <i>muy</i> <i>relevante</i>
C3.1 Comunicar los resultados de la investigación para público científico y no profesional.	2	3
C3.2 Comprender los principios básicos y la importancia práctica de la probabilidad, la variación aleatoria, las distribuciones de probabilidad estadística de uso común, las pruebas de hipótesis, los errores de tipo I y II y los límites de confianza.	2	3
C3.3 Distinguir entre tipos de variables (por ejemplo, continuas, binarias, categóricas) y comprender las implicaciones para la selección de métodos estadísticos apropiados.	2	3
C3.4 Comprender los conceptos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo.	1	5

El currículo propuesto se distribuye en seis módulos con tiempos de dedicación desiguales, de acuerdo con la complejidad del contenido y el número de competencias involucradas; la Tabla 4 presenta

dos de estos módulos para ejemplificar un esquema didáctico que facilita la adaptación de este currículo a diferentes estilos de enseñanza.

Tabla 4. Ilustración del esquema didáctico para el currículo propuesto

Módulo	Actividades en aula
Revisión metodológica de un artículo de investigación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis guiado de un artículo original que utiliza estadística descriptiva e inferencial. Discusión de inquietudes. (1/2 sesión)</li> <li>2. Explicación de conceptos clave y emergentes de la discusión. Articulación del análisis con la estructura del curso. (1/2 sesión)</li> <li>3. Actividad de aprendizaje activo y colaborativo. (1 sesión)</li> </ol>
Toma de decisiones a partir de muestras aleatorias	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción a conceptos clave. (1/2 sesión)</li> <li>2. Análisis guiado de un artículo original que utiliza pruebas de hipótesis univariadas. (1/2 sesión)</li> <li>3. Explicación, con apoyo de simulación, de conceptos inferenciales clave para las pruebas de hipótesis y de procedimientos asociados. (4 sesiones)</li> <li>4. Actividad de aprendizaje activo y colaborativo. (1 o 2 sesiones)</li> </ol>

El módulo “Revisión metodológica de un artículo de investigación,” dos sesiones al inicio del curso, contribuye a empezar el desarrollo de seis competencias: C1.2, C1.3, C1.4, C2.4, C3.1, y C3.3 (utilizando la codificación de las Tablas 1 a 3). Las actividades de aula sugeridas en la Tabla 4 propenden por reconocer el lenguaje propio de la estadística y familiarizar al estudiante con la lectura y análisis de artículos de investigación como estrategia didáctica (cabe recordar que esta asignatura forma parte del primer año de estudios en varios programas académicos).

El módulo “Toma de decisiones a partir de muestras aleatorias,” seis o siete sesiones cerca de finalizar el curso, contribuye a desarrollar once competencias (siguiendo la codificación en las Tablas 1 a 3): C1.1, C1.2, C1.4, C2.1, C2.2, C2.3, C2.4, C3.1, C3.2, C3.3, y C3.4. Las actividades de aula sugeridas en la Tabla 4 articulan tres estrategias didácticas: explicación expositiva para conceptos nuevos, en particular si su terminología puede causar confusión por sus múltiples acepciones (e.g., parámetro o muestra); análisis de artículos; aprendizaje activo; y aprendizaje con apoyo de simulación para ilustrar propiedades, por ejemplo asociadas a tendencias cuando el tamaño de muestra crece o a la variabilidad debida al muestreo aleatorio.

### *Implicaciones para la Práctica*

Este currículo pretendido es concordante con las necesidades de formación de los perfiles académicos descritos en la sección anterior y favorece el desarrollo potencial de la selección de competencias presentadas en las Tablas 1 a 3 debido a:

1. La formación estadística requerida en pregrados de Ciencias de la Salud Humana tiene características afines, pues se orienta a la práctica profesional con pacientes humanos, ratificado en las respuestas de los coordinadores. El contacto con pacientes y las decisiones que toman en el ejercicio profesional conlleva una alta relevancia de comprensión conceptual de la bioestadística, así como de la conscientización de su correcta aplicación en estudios para la protección de la vida.
2. Los profesionales de Ciencias de la Salud Humana realizan investigación principalmente cuando cursan un posgrado y regularmente forman parte de equipos de investigación multidisciplinarios, lo cual se evidenció en la revisión bibliográfica y en las respuestas de los coordinadores.
3. El análisis de artículos con aplicación explícita de la estadística en cada campo profesional favorece la motivación de los estudiantes y permite evidenciar la estructura del proceso investigativo, así como su articulación con diferentes aspectos de la estadística (Rao, 2008). La profundidad del análisis depende del momento del semestre y de las características de los estudiantes. El papel del docente es relevante tanto en la elección de los artículos como en la forma de orientar el análisis. Cabe mencionar que el cuestionario a los coordinadores incluía preguntas abiertas, entre ellas citar una publicación propia de su profesión como sugerencia para el curso, todos hicieron comentarios favorables al respecto.
4. Una adecuada articulación de estrategias pedagógicas (vinculando las sugerencias de Hayat, 2014; Oster y Enders, 2018; Rao, 2008) propende por el desarrollo de competencias y conocimientos, tanto

conceptuales como procedimentales; además promueve el balance entre motivación, compromiso, tiempo y esfuerzo destinado a lo largo del periodo académico.

## DISCUSIÓN

Esta propuesta curricular se planteó en el contexto de una universidad pública colombiana, en donde se observa alta diversidad académica, demográfica y de intereses profesionales, y puede ser adaptable en instituciones de países en vía de desarrollo (en especial de habla hispana).

La creación de asignaturas con nombres diferentes para resaltar la distinción entre los tres tipos de fundamentación en Bioestadística que requieren los estudiantes, según sus conocimientos previos y su perfil de egreso, se corresponde con la visión de Oster et al (2015): una oferta diversa y pertinente por parte de las universidades, para atender las necesidades multifacéticas de los estudiantes, es mejor que un único curso, con ello se optimiza tanto el potencial de aprendizaje como el tiempo de clase en función de los futuros desempeños de los aprendices.

El camino sugerido favorece el desarrollo de una selección de competencias estadísticas fundamentales, requeridas en las futuras prácticas profesionales en ciencias de la salud humana. Se pretende formar buenos consultantes y lectores críticos de investigaciones científicas en ciencias de la salud humana. Una limitación de este estudio es el bajo número de profesionales de la salud entrevistados, quienes conformaban una muestra a conveniencia, cuya pertinencia proviene del cargo que desempeñaban: el coordinador de cada pregrado tiene una visión sólida y completa tanto de la formación de sus estudiantes como de los perfiles de egreso institucionales. Otra limitación es la posible interpretación dada a los verbos utilizados en la redacción de las competencias, por ejemplo “comprender” tiene varias acepciones y algunas sugieren una mayor complejidad cognitiva que otras.

En cuanto a recomendar una estrategia pedagógica, la investigación previa no es concluyente (por ejemplo, Oster et al., 2015; Schwab-McCoy, 2019). La alta heterogeneidad de los aprendices suele ser uno de los retos en estos cursos y una fuente potencial de desempeños diferenciados.

Finalmente, se resalta la importancia de los protagonistas en el proceso formativo: la participación activa de los estudiantes es fundamental (en cualquier estrategia pedagógica) y el papel del docente en la implementación del currículo, debido tanto a su conocimiento de la estadística y de sus aplicaciones en salud como a sus decisiones pedagógicas dentro y fuera del aula.

## REFERENCIAS

- Enders, F. T., Lindsell, C. J., Welty, L. J., Benn, E. K. T., Perkins, S. M., Mayo, M. S., Rahbar, M. H., Kidwell, K. M., Thurston, S. W., Spratt, H., Grambow, S. C., Larson, J., Carter, R. E., Pollock, B. H., y Oster, R. A. (2017). Statistical competencies for medical research learners: What is fundamental? *Journal of Clinical and Translational Science*, 1(3), 146–152. <https://doi.org/10.1017/cts.2016.31>
- GAISE College Report ASA Revision Committee. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education college report 2016*. American Statistical Association. [https://www.amstat.org/docs/default-source/amstat-documents/gaisecollege\\_full.pdf](https://www.amstat.org/docs/default-source/amstat-documents/gaisecollege_full.pdf)
- Hayat, M. J. (2014). Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE): Extending GAISE into nursing education. *The Journal of Nursing Education*, 53(4), 192–198. <https://doi.org/10.3928/01484834-20140325-01>
- Oster, R. A., y Enders, F. T. (2018). The importance of statistical competencies for medical research learners. *Journal of Statistics Education*, 26(2), 137–142. <https://doi.org/10.1080/10691898.2018.1484674>
- Oster, R. A., Lindsell, C. J., Welty, L. J., Mazumdar, M., Thurston, S. W., Rahbar, M. H., Carter, R. E., Pollock, B. H., Cucchiara, A. J., Kopras, E. J., Jovanovic, B. D., y Enders, F. T. (2015). Assessing statistical competencies in clinical and translational science education: One size does not fit all. *Clinical and Translational Science*, 8(1), 32–42. <https://doi.org/10.1111/cts.12204>
- Rao, G. (2008). Physician numeracy: Essential skills for practicing evidence-based medicine. *Family Medicine*, 40(5), 354–358.
- Schwab-McCoy, A. (2019). The state of statistics education research in client disciplines: Themes and trends across the university. *Journal of Statistics Education*, 27(3), 253–264. <https://doi.org/10.1080/10691898.2019.1687369>