

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y SU ENSEÑANZA A TRAVÉS DEL ENTORNO DE PROGRAMACIÓN R

Jesús Humberto Cuevas Acosta – Giovanni Sanabria Brenes – Félix Núñez Vanegas
jesus.humberto.cuevas@outlook.com – gsanabriab@yahoo.com – fnunez@itcr.ac.cr
Instituto Tecnológico de Chihuahua II, México. Instituto Tecnológico de Costa Rica,
Costa Rica

Tema: I.5 – Pensamiento relacionado con la probabilidad.

Modalidad: MC

Nivel educativo: Medio (11 a 17 años)

Palabras clave: educación estadística, entorno de programación R, planeación de clase

Resumen

Se propone utilizar el Entorno de Programación R como herramienta para efectuar actividades encaminadas a la enseñanza de la estadística descriptiva en los niveles educativos iniciales, particularmente entre el sexto y el noveno grado. Se parte de la hipótesis que propone la necesidad de aprender los principios de la programación moderna como coadyuvante en el desarrollo de habilidades intelectuales y logro de aprendizajes efectivos en los estudiantes. Se diseñará y pondrá en práctica una clase modelo en la que se mostrará cómo trabajar los tópicos más representativos de la estadística descriptiva, a la luz de estándares internacionales y se espera que los participantes bosquejen la planeación de una clase tomando en consideración factores como edad del estudiante, grado que cursa, infraestructura informática escolar, idioma de la herramienta, entre otras.

Antecedentes

En los últimos años, se ha intensificado la promoción del uso de tecnología informática –programas, dispositivos fijos y móviles, redes, equipo de cómputo– como medio para que los estudiantes logren aprendizajes de calidad. Esta promoción se ha hecho patente en reformas educativas de implementación reciente por naciones de los cinco continentes. Hernández y Cuevas (2013) señalan que paralelamente se han creado foros de discusión para valorar los mecanismos más adecuados para su aplicación y examinar los alcances y limitaciones en el ámbito escolar. Por su parte, Carneiro, Toscano y Díaz (2009) mencionan que estas tecnologías coadyuvan en la solución de diversos problemas educativos, pero que aún hay retos por zanjar como la estructura escolar y las formas de enseñar por parte del profesorado.

Hoy en día, las tecnologías informáticas tienen un espectro mayor de aplicación en el ámbito de la educación. Para Ordóñez (2005), existe un interés particular por las nuevas tecnologías y su papel en el desarrollo de mejores entornos de aprendizaje. En el caso de la enseñanza de las disciplinas científicas, la mayoría se han beneficiado de su implementación en todos los grados escolares, ya que actualmente hay gran cantidad de recursos y procedimientos de gran utilidad en campos de las ciencias formales, naturales

y sociales. En el caso particular de la educación en matemática, la utilización de programas de cómputo –también llamadas comúnmente aplicaciones– se convirtió en una constante desde las últimas décadas del siglo XX, aunque especialmente en el ámbito universitario y no tanto en educación primaria y secundaria.

Entre las disciplinas más representativas de la matemática en que se han utilizado programas de cómputo para su enseñanza se encuentran el álgebra, la geometría, el cálculo infinitesimal, el análisis numérico y la estadística. En relación a la educación estadística, desde las últimas décadas del siglo XX ha experimentado un crecimiento notable como disciplina, y su desarrollo, expansión y difusión hacen que se le considere hoy como parte integral en la formación integral de un ciudadano moderno. En consecuencia, se han desarrollado iniciativas para promover una alfabetización estadística de forma masiva en las que regularmente la escuela es el medio ideal para iniciar. Paralelamente, se han creado y establecido estándares educativos por distintos entes de influencia internacional. Así, el *National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)* diseñó una cantidad extensa de principios y estándares de gran proyección en los Estados Unidos de América, y debido a su promoción, se han reflejado en los nuevos programas de estudio en naciones de América Latina. Por su parte, la *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)* creó el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), el cual parece una colección de estándares presentados en forma de evaluación internacional que se reflejan en las adecuaciones a los currículos escolares de primaria y secundaria en diversas naciones. Un atributo de los estándares en estadística es la tendencia en promover una enseñanza orientada a la organización, manipulación y presentación efectiva de datos. Lo anterior tiene implicaciones significativas, porque para conseguirlo, los estudiantes deben desarrollar habilidades específicas en esta área como: clasificar datos en función de sus características; seleccionar y calcular las medidas más representativas; así como elaborar y leer representaciones gráficas y tabulares que correspondan al tipo de datos. En los últimos años se han multiplicado los estudios que examinan distintas alternativas para que los alumnos logren estas habilidades. En una cantidad importante de estos estudios se subraya la valía del uso de programas de cómputo como coadyuvante en el proceso de enseñar y aprender estadística. Algunos trabajos recientes son los de Garfield, delMas y Chance (2007), Andrews (2010), Burrill (2010), Cao y Naya (2010), Ben-Zvi y Gil (2010), Foster y MacGillivray (2010), Watson (2012), Ziegler y Garfield (2013).

Necesidad observada

En educación secundaria, a los programas de cómputo regularmente se les asigna el papel de coadyuvantes en el tratamiento de tópicos estocásticos, especialmente los que implican cálculos extensos y representaciones tabulares y gráficas. Generalmente se promueve el uso de hojas de cálculo como *Excel*, *Calc*, *Gnumeric*, *Numbers*, *Quattro Pro* o *Kspread*; así como herramientas de procesado geométrico o algebraico para manipular, efectuar cálculos y presentar datos tales como *Winplot*, *Geogebra* y *Geometer's Sketchpad*, este último recomendado ampliamente por el *National Council of Teachers of Mathematics*. No obstante la popularidad de este tipo de programas entre el profesorado de matemática y estadística, cabe preguntarse ¿Hasta qué punto su uso coadyuva en el desarrollo de habilidades intelectuales en estadística como clasificar, comparar y analizar información en términos estadísticos? ¿En qué medida coadyuvan al desarrollo de un pensamiento científico en los estudiantes?

En este trabajo se reconoce que la utilización de este tipo de aplicaciones ha permitido al profesor y sus estudiantes simplificar tareas de cálculo, crear representaciones visuales atractivas y más precisas que si se hicieran en la pizarra o cuaderno. Pero también se considera que son herramientas únicamente para *usar* y no para *crear*, es decir, convierte a los estudiantes en simples usuarios de “paquetes” informáticos.

Programación de computadoras y sus posibilidades en la educación estadística

Afortunadamente, existen otras opciones a la disposición del profesorado y estudiantado. Una de las más representativas constituyen los lenguajes de programación en la educación. En el caso del aprendizaje de estadística, en este trabajo se parte de las siguientes premisas: (1) enseñar a los estudiantes la metodología de la programación de computadoras, permitirá a los estudiantes afrontar de forma sistemática problemas estadísticos más complejos que si solo se usaran los programas de aplicación tradicionalmente recomendados; (2) aprender un lenguaje de programación a edades tempranas coadyuva al desarrollo de la creatividad y el pensamiento científico; (3) efectuar actividades de solución de problemas a través de la programación, permite aprender de forma paralela tópicos disciplinares, articular de forma lógicas las instrucciones del lenguaje y crear algoritmos y aplicaciones particulares. En el caso de la enseñanza de la estadística en educación secundaria, la programación de computadoras también adquiere un papel formativo que podrá verse reflejado en grados académicos superiores.

Existen muchos lenguajes de programación susceptibles de usar como *Java Runtime Environment*, *Python*, *Fortran*, *C*, *C++*, entre otros. Sin embargo, entre ellos sobresale el lenguaje y entorno de programación R por su potencia de cálculo, capacidad para elaborar gráficos básicos y sofisticados, por su extensibilidad, por ser multiplataforma, con orientación a objetos, y su curva de aprendizaje relativamente corta.

En este trabajo se considera que cualquier estudiante de secundaria que toma lecciones de estadística se puede beneficiar de su uso en las actividades académicas proyectadas dentro y fuera del aula. En el caso del profesorado, se estima que puede apoyarse en R para tratar cada uno de los tópicos estocásticos que se incluyen en el programa de estudios, sin que eso implique una inversión de tiempo significativa; en cambio puede esperar que sus estudiantes aprendan los tópicos disciplinares y los rudimentos de la programación especializada en R que seguramente les será de utilidad en grados académicos superiores.

Propósito general

El objetivo de este curso es mostrar al profesorado un ejemplo de la utilización del Entorno de Programación R como coadyuvante en el logro de dos estándares educativos en estadística descriptiva por parte de estudiantes de 8°.

Actividades a desarrollar durante el curso

Inicialmente, se mostrarán las ventajas y retos de incorporar la programación moderna en la educación, especialmente en las disciplinas de matemáticas, estadística y probabilidad. Posteriormente, se presentarán algunos de los estándares educativos en estocástica que se han incorporado en los programas de educación secundaria de naciones de Iberoamérica. Se hará énfasis en los más representativos y de nuevo cuño.

Enseguida se presentará una clase modelo para trabajar con al menos dos de los estándares previamente expuestos. Se hará énfasis en indicar el cómo *se hace*, *se dice* y *se usa*; el código correspondiente a un guion en R y los lineamientos básicos para crear funciones. En aras de fomentar el trabajo colaborativo y de evaluar el avance logrado por los participantes, se promoverá el trabajo en grupos de dos integrantes.

En el Anexo 1, se muestra una planeación de actividades tendientes coadyuvar en el cumplimiento de dos estándares de estadística típicos incluidos en los primeros grados de educación secundaria.

Conclusiones y recomendaciones

Actualmente, es común encontrar múltiples recomendaciones respecto de las ventajas de incorporar tecnología informática en las reformas educativas de reciente creación, especialmente en educación primaria y secundaria. En el caso de la enseñanza de la matemática y estadística, los nuevos planes y programas de estudio sugieren usar programas de cómputo como hojas de cálculo y herramientas de procesado geométrico o algebraico para tratar diversos tópicos. Uno de los campos que se ha beneficiado en mayor medida de este tipo de aplicaciones es la estadística, más ahora que se le considera como parte de la formación integral de un ciudadano moderno.

Sin embargo, aun cuando los estudios realizados que examinan los efectos de este tipo de programas en el aprendizaje estudiantil muestran resultados positivos, el potencial que la tecnología informática puede aportar es muy superior y está desaprovechado.

En este trabajo se planteó que la enseñanza de la metodología de la programación de computadoras y el uso de un lenguaje para tal efecto permite desarrollar en mayor medida la creatividad y el pensamiento científico en los estudiantes, en comparación a usar únicamente programas como hojas de cálculo y herramientas de procesado geométrico o algebraico.

En virtud de que el entorno y lenguaje de programación R ofrece ventajas como potencia de cálculo, gran capacidad para construir gráficos sofisticados, código abierto, ejecución en múltiples plataformas, baja demanda de recursos computacionales y una curva de aprendizaje relativamente corta, se recomendó utilizarlo como medio para aprender estadística, conocer los rudimentos de la programación orientada a objetos, y desarrollar habilidades intelectuales y de pensamiento científico en los estudiantes matriculados en educación secundaria. Se recomienda ampliamente al profesorado que en la estructura de su plan de clase, integre los siguientes apartados: tema a tratar, contexto de aplicación, número de sesiones de clase, estándares y propósito a lograr, aprendizajes y habilidades esperadas, antecedentes –en términos de dominio disciplinar– requeridos, protocolo de actividades a seguir y criterios de evaluación.

Referencias bibliográficas

Andrews, S. (2010). Statistical software for teaching: relevant, appropriate and affordable. *8th International Conference on Teaching Statistics*. http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_2D1_ANDREWS.pdf Consultado el 30 de octubre de 2012.

- Ben-Zvi, D and Gil, E. (2010). The role of context in the development of students' informal inferential reasoning. ICOTS 8 (p. 5). Ljubljana, Slovenia: ICOTS 8.
http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_3D1_BENZV_L.pdf Consultado el 11 de febrero de 2012
- Burrill, G. (2010). Using data to make sense of statistics: the role of technology in scaffolding understanding. *8th International Conference on Teaching Statistics*.
http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_2D4_BURRI_LL.pdf Consultado en 16 de enero de 2012
- Cao, R. & Naya, S. (2010). The use of statistical software to teach nonparametric curve estimation: from Excel to R. *8th International Conference on Teaching Statistics*.
http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_4B1_CAO.pdf Consultado el 1 de octubre de 2012.
- Carnero, R., Toscano, J. y Díaz, T. (Coord). (2009). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. España: OEI
- Contreras, J., Molina, E. y Arteaga, P. (2008). *Introducción a la programación estadística con R para profesores*. España
- Forster, M. & MacGillivray, H. (2010). Student discovery projects in data analysis. *Eighth International Conference on Teaching Statistics ICOTS 8*.
http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_4G2_FORSTER.pdf
- Garfield, J., del Mas, B., & Chance, B. (2007). *Using students' informal notions of variability to develop an understanding of formal measures of variability*. *Thinking With Data* (pp. 117–148). EUA: Psychology Press.
- Hernández, S. y Cuevas, J.H. (2013). Programas informáticos de uso libre y su aplicación en la enseñanza de la estadística. *Revista de Investigación Operacional*. 34, 2, 173-181.
- INEGI. (2012). *Estadísticas sobre disponibilidad y uso de tecnología de información y comunicaciones en los Hogares, 2011*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Ordóñez, O. (2005). Las nuevas tecnologías de la información y la educación científica temprana. Una revisión. *Pensamiento Psicológico*, 5, 7-19.
- Watson, J. M. (2012). Resampling with TinkerPlots Keywords : *Teaching Statistics*, 32–36.
- Ziegler, L., & Garfield, J. (2013). Exploring students' intuitive ideas of randomness using an iPod shuffle activity. *Teaching Statistics*, 2–7.

Anexo 1. Planeación de una clase elemental de estadística descriptiva en 8°

Tema

Recolección, análisis y manejo de información.

Contexto

Vida personal y escolar.

Sesiones

Dos.

Estándares

- a. Calcular estadísticas elementales que coadyuven a describir un conjunto de datos.
- b. Seleccionar, crear y utilizar representaciones gráficas apropiadas para los datos, incluyendo histogramas, diagramas de caja y diagramas de dispersión.

Propósito

Dado un conjunto de datos, el estudiante será capaz de calcular estadísticas elementales, además de crear y leer representaciones gráficas apropiadas que les permitan en su conjunto interpretar los resultados obtenidos.

Aprendizajes y habilidades que se espera desarrollen

- a. Acopiar datos de forma sistemática.
- b. Seleccionar las medidas más representativas a calcular y las representaciones gráficas idóneas al tipo de datos.
- c. Leer e interpretar gráficas y resultados numéricos.

Antecedentes requeridos

Es necesario que el estudiante conozca el significado de los conceptos:

- a. Elemento
- b. Variable
- c. Constante
- d. Representación gráfica
- e. Población
- f. Muestra

Protocolo de actividades

1. La primera actividad consiste en presentar de forma clara los estándares que se espera cumplir.
2. Acto seguido, se debe señalar el propósito de las dos sesiones programadas. Es fundamental indicar la necesidad e importancia en la formación integral en cualquier individuo de poder efectuar cálculos estadísticos y de seleccionar, elaborar, leer e interpretar gráficas de forma adecuada.
3. Posteriormente, se planteará y desarrollará un proyecto de trabajo conjunto – estudiantes y profesor- en el que a un grupo de 83 estudiantes que cursan 8° en el turno matutino de una escuela secundaria, se les preguntará su *edad* en años cumplidos y su *estatura* en metros. El proceso de acopio de estos datos estará a cargo de cinco equipos de trabajo integrados por cuatro alumnos del mismo

grado, pero del turno vespertino. Los resultados obtenidos se registrarán en una plantilla global y se hará con ellos lo siguiente:

- a. Un resumen estadístico.
 - b. Elaborar al menos tres representaciones gráficas para cada variable.
 - c. Leer las representaciones gráficas y contestar las siguientes preguntas:
 - i. Se tienen dos grupos de datos, uno de edades y otro de estaturas, ¿En cuál hay mayor variación?
 - ii. ¿Qué cantidad de alumnos exceden los 14 años de edad?
 - iii. ¿Cuántos alumnos tienen estaturas menores a 1.62 metros?
 - d. Escribir un guion en R que permita efectuar el resumen estadístico y crear las representaciones gráficas previamente elaboradas en papel.
4. Antes de iniciar las actividades correspondientes al proyecto, es indispensable mostrar a los participantes un modelo final de lo que espera obtener, es decir, presentar un reporte –digital o impreso- de lo que significa cumplir con los estándares. Dicho reporte incluirá cálculos estadísticos elementales y al menos una gráfica elaborada correctamente.
 5. Deben exponerse los instrumentos y dispositivos necesarios para realizar las actividades del proyecto. En este caso serán: entorno de programación en R, plantilla de trabajo para registrar los datos, norma de presentación de datos y gráficas estadísticas y la estructura de un reporte formal.
 6. En virtud de que el proyecto será el punto de partida para retomar el tratamiento de tópicos estadísticos que se inició en 7° y a que las actividades se harán de manera conjunta, es necesario hacer hincapié en mostrar a los estudiantes el *cómo se hace, se dice o se usa*, es decir, estas dos sesiones de trabajo deben modelarse.

Evaluación

Para evaluar el desempeño de los estudiantes, se recomienda plantear un proyecto de trabajo similar al realizado previamente. Es deseable que su realización se efectúe en grupos de dos estudiantes.

El proyecto debe ser de interés para los estudiantes, debe exigirse el trabajo con datos reales e implicar el proceso indagatorio completo: acopio, organización, análisis y presentación efectiva de la información.