

Reformas Curriculares y Formación del Profesorado de Estadística en Secundaria *

Jesús Humberto Cuevas Acosta
Instituto Tecnológico de Chihuahua II, México
jesus.humberto.cuevas@outlook.com

Resumen

Se revisa la situación imperante de la educación estadística en secundaria de Costa Rica y México. Se analizan las implicaciones de las nuevas reformas curriculares en la formación del profesorado que la enseña y los retos que esto representa para las instituciones académicas que tienen como misión formarlos, capacitarlos y actualizarlos. En la parte final se hace una propuesta para indagar la vigencia y prospectiva de los programas de formación de profesores de estas instituciones.

Palabras clave: formación de profesores, educación estadística, reformas curriculares

Abstract

The situation of statistical education in secondary of Costa Rica and Mexico is reviewed. The implications of the new educational reforms for the training of teachers that teaches this discipline and the challenges that this represents for academic institutions whose mission is form them and update, are analyzed too. In the final part, a proposal is made to investigate the pertinence and prospective teachers training programs of these institutions.

Keywords: training of teachers, statistical education, curriculum reforms

1 Introducción

¿Qué es alfabetización estadística? ¿Cuáles son los temas incluidos en los nuevos programas de estudio? ¿Tendré conocimiento suficiente sobre ellos? ¿Cómo deberé enseñar de ahora en adelante? ¿Habrá material de apoyo escrito, audiovisual o de otro tipo para auxiliarme cuando deba enseñarlos? ¿Cuáles son los cambios en la forma de evaluar, medir y calificar

*Este trabajo forma parte de un proyecto más grande apoyado por la Dirección de Educación Superior Tecnológica de México, y la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica en la que participan los profesores Félix Núñez Vanegas, Greivin Ramírez Arce y Giovanni Sanabria Brenes.

el aprendizaje de mis alumnos? ¿En qué medida deberé usar tecnología informática para hacerlo? ¿Tendré la posibilidad de recibir asesoría pedagógica y disciplinar por parte de alguna instancia gubernamental o de alguna institución de educación superior? ¿Me van a capacitar en los temas de nueva inclusión? ¿Habrán programas específicos de formación profesional? ¿Qué son los estándares educativos? ¿Qué relación tienen estos estándares con la prueba PISA que organiza y aplica la OCDE? Estas interrogantes son comunes entre el profesorado de matemáticas que, además de las disciplinas típicas de esta rama del saber, también tienen la responsabilidad nueva de enseñar tópicos estocásticos en educación secundaria.

Hoy en día, organismos multilaterales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a la par de la comunidad académica internacional, reconocen la importancia de enseñar estadística en todos los niveles educativos. Una prueba de lo anterior es la incorporación cada vez mayor de tópicos representativos de esta disciplina en las últimas reformas curriculares instrumentadas en la enseñanza obligatoria de varios países, que habitualmente se extiende del primero al duodécimo grado.

El interés por alfabetizar a la sociedad en este campo del saber obedece a varias razones. En el caso del ciudadano común, la gran cantidad de datos en tablas y figuras que se presentan a diario en los medios de comunicación masivos, además de las ventajas de realizar cálculos y representaciones elementales de información en la vida cotidiana, hacen necesario que la estadística forme parte de su formación integral. Para ciudadanos con mayor capital cultural, utilizarla como método de trabajo, soporte instrumental en otras disciplinas científicas, y cultivarla como profesión o ciencia *per se*, convierten a la estadística en un atributo personal y profesional de gran valía.

El establecimiento de estándares se ha convertido en un mecanismo de apoyo para este proceso de alfabetización. Una muestra de ello constituyen las propuestas del Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas en los Estados Unidos de América (NCTM, 2000) y el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) de la OCDE (OCDE, 2004). Específicamente, los estándares del NCTM han contribuido en promover la interacción de los estudiantes con situaciones reales en que intervienen fenómenos estocásticos y que implican el desarrollo de actividades como formular preguntas, acopiar, sistematizar y representar datos en forma coherente, además de efectuar predicciones en base a evidencia objetiva. Por su parte, el programa PISA ha puesto el acento en la utilización adecuada de conceptos estadísticos y en la interpretación y creación adecuada de representaciones tabulares y gráficas para la solución de problemas que se presentan en la vida cotidiana de las personas.

Actualmente, diversas reformas curriculares instrumentadas en múltiples naciones reflejan la influencia de los estándares del NCTM y promueven el desarrollo de las «competencias» que integra la evaluación del programa PISA. Por ende, los ministerios de educación han comenzado a homologar sus políticas educativas en función de los lineamientos establecidos por la OCDE. Lo anterior se debe a la creencia de que es posible medir la calidad de un sistema educativo en función de los puntajes que sus alumnos alcanzan en la prueba PISA.

Históricamente no ha sido fácil integrar la estadística en el currículo escolar. Menos cuando no existe consenso entre administradores de la educación y comunidades de profesores. Las reformas por decreto no garantizan el éxito. De acuerdo con Fullan y Hargreaves (2006), por mejor intencionada, estructurada y elegante que pueda ser una reforma, ésta no tendrá éxito si los profesores no adoptan las adecuaciones pedagógicas y de contenido para aplicarlas en el aula de clase.

Los profesores tienen un papel fundamental en la incorporación de la enseñanza de la estadística en las escuelas. Es indispensable que estén convencidos de la importancia de esta disciplina en la formación académica y personal de sus alumnos. También deben tener el dominio disciplinar que se exige en los programas de estudio y contar con las herramientas pedagógicas necesarias en una disciplina que se distingue notoriamente de otros campos de las matemáticas en rubros como: evolución histórica, vínculos con otras áreas del saber, semántica, medios para presentar resultados, relación con la tecnología informática, así como una lógica de trabajo diferente dentro y fuera del aula.

Es necesario subrayar que las nuevas directrices en la enseñanza de esta disciplina en educación secundaria han generado dudas entre los profesores. Entre ellas destacan los mecanismos novedosos que se sugieren en los nuevos programas de estudio para evaluar los aprendizajes en términos del cumplimiento de estándares, y el nuevo catálogo de recomendaciones para promover el desarrollo de una alfabetización estadística en los alumnos.

En este trabajo, se revisa de forma breve la situación actual de la educación estadística en secundaria de Costa Rica y México. También se examinan las implicaciones en la formación del profesorado que enseña esta disciplina en los grados correspondientes a este nivel educativo, y aquellos que aún se encuentran en etapa de formación como docentes. Asimismo, se esboza una propuesta para que las instituciones formadoras de maestros examinen la vigencia y prospectiva de sus programas, y de ser necesario, les sea útil para reestructurar sus mallas curriculares. Es importante señalar que este trabajo forma parte de un proyecto más grande iniciado en enero de 2013 y que tiene como propósito caracterizar desde la perspectiva social, pedagógica y disciplinar al profesorado que enseña estadística entre el séptimo y duodécimo grado en dos regiones de ambos países.

2 Educación estadística en secundaria y reformas curriculares en Costa Rica y México

En Costa Rica y México se han realizado adecuaciones curriculares en diversas disciplinas durante la última década, posiblemente debido a la influencia de las recomendaciones de organismos multilaterales como la OCDE.

En la nación Centroamericana, el Ministerio de Educación Pública (MEP) aprobó cambios en sus programas de estudio a mediados del año 2012. En el caso específico de las matemáticas, los nuevos programas se organizaron en cinco áreas prioritarias, a saber, *núme-*

ros; geometría; medidas, relaciones y álgebra; además de probabilidad y estadística (MEP, 2012; Ruiz, 2013). Todos están planteados de manera que constituyan una nueva forma de trabajo para visualizar las matemáticas como una disciplina interesante, amena, pero sobre todo útil. Así, en la reforma se intenta rescatar el método de resolución de problemas como eje central del trabajo, y como estrategias concomitantes, se integra el uso inteligente de tecnologías digitales, se recupera la historia de la disciplina como fuente de información, y se busca generar motivación en los alumnos respecto al estudio de las matemáticas. En la cuestión pedagógica, se parte de la tesis que indica la necesidad de examinar problemas concretos y contextuales por parte del alumnado, para paulatinamente evolucionar hasta llegar a lo abstracto, y por ende, construir aprendizajes efectivos. Entre los ajustes más representativos de los programas de trabajo, destaca el espacio asignado a los tópicos estocásticos en todos los ciclos de estudio, desde el primero hasta el diversificado -del primero al duodécimo grado-, lo que demuestra el gran interés de esta nación por alfabetizar a su población en estos campos.

De manera similar, en México se han efectuado adecuaciones al currículo en los niveles educativos primarios. La más reciente fue la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) promovida por la Secretaría de Educación Pública (SEP) en 2011. Según la SEP (2011), el estudio de las matemáticas debe coadyuvar a que los niños y jóvenes desarrollen habilidades de pensamiento que les permita usar técnicas en procesos de reconocimiento, planteamiento y solución de problemas. También se espera que contribuya en la generación de una actitud positiva hacia el estudio de esta disciplina. La estructura curricular se organizó en cuatro campos de formación; con respecto a la matemática, se establecieron estándares curriculares organizados en cuatro rubros: *sentido numérico y pensamiento algebraico; forma, espacio y medida; manejo de información, y, actitud hacia el estudio de las matemáticas*. Al igual que en Costa Rica, en uno de los rubros se establecieron estándares relacionados con la solución de fenómenos azarosos y se contempla que los aprendices trabajen en actividades que exijan la obtención y tratamiento estadístico de datos reales.

Puede notarse que ambas naciones están haciendo esfuerzos por alfabetizar en estadística a su población y reconocen a la institución escolar como el entorno adecuado para lograrlo. Sin embargo, estas adecuaciones curriculares también han provocado dudas entre los profesores de matemáticas, quienes, como se dijo líneas atrás, han observado en ellas la incorporación masiva de temas estadísticos en los programas de estudio, la implantación de mecanismos novedosos para evaluar los aprendizajes en términos del cumplimiento de estándares, y han notado un nuevo catálogo de recomendaciones para modificar sus actividades de enseñanza.

La presencia de este fenómeno de incertidumbre no es privativo en el gremio docente de Costa Rica y México. También se ha presentado en otras naciones con estructura educativa distinta y diversidad de experiencias en adecuaciones curriculares. La comunidad académica internacional ha prestado atención a este fenómeno en tanto ha impulsado la realización de estudios formales que examinan la importancia de incorporar la estadística en el currículo escolar, además de analizar el papel del profesor en este proceso. Producto de lo anterior, en los últimos años se ha incrementado la literatura especializada en estos rubros, así, en el mundo anglosajón, destacan los trabajos de Franklin, Kader, Mewborn, Moreno, Peck,

Perry y Scheaffer (2007); Ben-Zvi y Garfield (2005); Shaughnessy (2007); Tittle, Topliff, VanderStoep, Holmes y Swanson (2012); Biehler, Ben-Zvi, Bakker y Makar (2013); Watson (2013) y März y Kelchtermans (2013). En Iberoamérica, los trabajos de Ortiz, Charria, Marín y Soto (2010); Batanero, Arteaga y Contreras (2011); Arteaga, Batanero y Contreras (2011); Anasagasti y Berciano (2013); Cuevas (2012); Inzunza y Reyes (2011); Estrada (2007) y Castellanos y Arteaga (2013); tratan estas temáticas desde distintas perspectivas. En este punto, cabe preguntarse, ¿Cuáles son los estándares en estadística más representativos en los nuevos programas de estudio? ¿Qué implicaciones tienen en la enseñanza?

3 Nuevos estándares y sus implicaciones en la enseñanza

Existen diferencias significativas en la estructura de los sistemas educativos de estas dos naciones latinoamericanas. En el caso mexicano, la secundaria consta del séptimo, octavo y noveno grado; el décimo, undécimo y duodécimo corresponden al nivel medio superior – bachillerato o profesional técnica–. Por su parte, en la estructura costarricense la secundaria se cursa del séptimo al undécimo grado, y el bachillerato es una salida lateral del nivel educativo superior. En la figura 1 se muestra la organización de los sistemas de educación en ambas naciones.

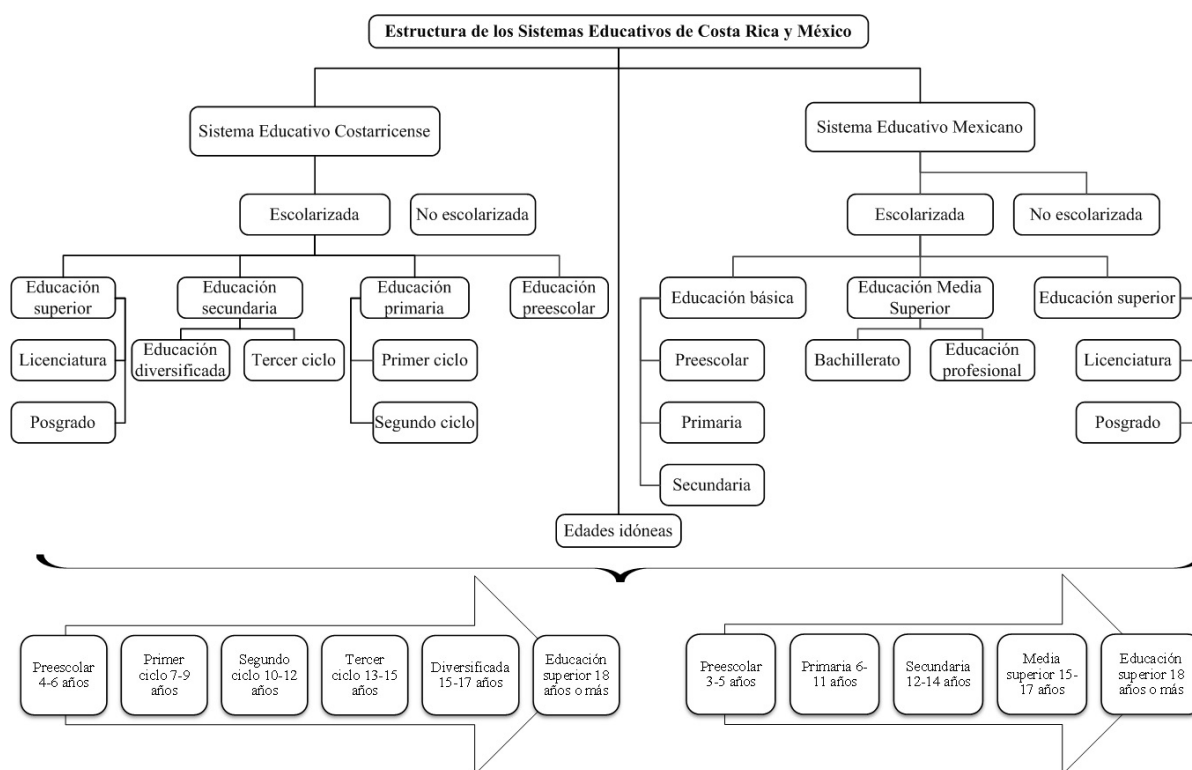


Figura 1: Estructura general de los sistemas educativos de Costa Rica y México

En el caso particular de la educación secundaria, a los tópicos estocásticos se les reserva un espacio estratégico en los programas de matemáticas. El análisis y presentación de datos,

junto al entendimiento apropiado de fenómenos aleatorios, son un reflejo de la continuidad en el logro de los propósitos, desarrollo de habilidades y tratamiento de contenidos establecidos desde el primer grado de educación primaria.

3.1 El caso de Costa Rica

En Costa Rica por ejemplo, el tratamiento de estas disciplinas se hace desde una perspectiva muy formal, especialmente en la parte conceptual. Se espera que los alumnos den continuidad al perfeccionamiento de su habilidad para recolectar, resumir y presentar información. También se espera que utilicen con mayor profundidad los principios básicos de probabilidad en la solución de problemas específicos. En las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 se presenta un resumen de los conocimientos y habilidades que deben obtener los alumnos en este ciclo de estudio.

Tabla 1: Conocimientos y habilidades estadísticas esperadas para el séptimo grado en Costa Rica

Conocimientos	Los alumnos deben tener la habilidad de:
La estadística	Identificar la importancia del azar en los procesos de muestreo estadístico.
Conocimientos básicos	Identificar los conceptos: unidad estadística, características o variables, observaciones o datos, población y muestra, para problemas estadísticos vinculados con diferentes contextos. Identificar el tipo de dato cuantitativo o cualitativo correspondiente a una característica o variable. Identificar la importancia de la variabilidad para el análisis de datos.
Recolección de información	Recolectar datos del entorno por medio de experimentación o interrogación.
Frecuencia	Utilizar representaciones tabulares para resumir un conjunto de datos. Determinar medidas estadísticas de resumen: moda, media aritmética, máximo, mínimo y recorrido, para caracterizar un grupo de datos.

Puede notarse que el programa de séptimo grado esta centrado en el tratamiento de tópicos de estadística descriptiva. Entre las características más notables se pueden señalar el análisis del desarrollo histórico de la estadística y sus nexos con otros campos del saber, la introducción de conceptos básicos ¹, la importancia de clasificar adecuadamente variables

¹Sin que eso signifique el uso exclusivo de definiciones teóricas que irían en contra del objetivo central, el cual promulga el relacionar los conceptos con el contexto en que se desarrollan los alumnos

cuantitativas y cualitativas, además de la práctica de estrategias para la obtención, sistematización y presentación de datos en tablas y gráficas. Por su parte, el programa de estudio para el octavo grado divide su temática a tratar en estadística descriptiva y probabilidad.

Tabla 2: Conocimientos y habilidades estadísticas esperadas para el octavo grado en Costa Rica

Conocimientos	Los alumnos deben tener la habilidad de:
Recolección de información	Recolectar datos del entorno por medio de experimentación o interrogación.
Frecuencia	Utilizar representaciones tabulares o gráficas con frecuencias absolutas o porcentuales, simples o comparativas.
Representación	Utilizar un software especializado o una hoja de cálculo para favorecer la construcción de cuadros y gráficos.
Medidas de posición	Caracterizar un grupo de datos utilizando medidas estadísticas de resumen: moda, media aritmética, máximo, mínimo y recorrido.
El azar	Identificar la presencia del azar en situaciones aleatorias.
Espacio muestral	Identificar diferencias entre situaciones aleatorias y deterministas.
Eventos	Identificar el espacio muestral y sus puntos muestrales como resultados simples en una situación o experimento aleatorio y representarlos por medio de la numeración de sus elementos o de diagramas.
Probabilidad	Determinar eventos y sus resultados a favor dentro de una situación aleatoria.
Reglas básicas	Clasificar eventos en simples o compuestos.
	Identificar eventos seguros, probables e imposibles en una situación aleatoria determinada.
	Diferenciar entre eventos más probables, menos probables e igualmente probables, de acuerdo con los puntos muestrales a favor de cada evento.
	Determinar la probabilidad de un evento como la razón entre el número de resultados favorables entre el número total de resultados.
	Valorar la importancia de la historia en el desarrollo de la teoría de probabilidad.
	Deducir las propiedades de las probabilidades que están vinculadas con valores que puede tomar la probabilidad para evento seguro, probable e imposible.
	Plantear y resolver problemas vinculados con el cálculo de probabilidades.
	Utilizar probabilidades para favorecer la toma de decisiones en problemas vinculados con fenómenos aleatorios.

Para este grado, se espera que el alumnado sea capaz de emplear técnicas de representación gráfica diferentes a las usadas en el grado anterior, en el que se hacía énfasis en la construcción de cuadros de frecuencias. Sin embargo, como bien apuntan los autores del programa, éstos últimos son limitados para examinar con precisión el patrón de variabilidad de los datos. De igual manera, sobresale el interés por promover el desarrollo de actividades de experimentación dentro y fuera del aula. Sin duda, eso favorecerá el desarrollo de habilidades en la obtención de datos a través de mediciones y observaciones, como se hace en la vida real. En el caso de la probabilidad, destaca el énfasis por promover discusiones entre los alumnos sobre las características de los fenómenos deterministas y aleatorios. Posiblemente sea uno de los temas más complejos de tratar en el aula. Otro atributo interesante del programa es la promoción del uso adecuado del lenguaje propio de la disciplina, el cual hace uso de terminología propia con semántica distinta a otros campos. Para lograr lo anterior, es necesario utilizar tecnología computacional. Según el MEP (2012), es importante usar programas de cómputo como hojas de cálculo, graficadores, editores de texto, y cualquier herramienta que auxilie en la elaboración de cálculos, representaciones gráficas y reducción del tiempo para su consecución.

En el noveno grado, se da una continuidad al programa del grado anterior y se incorporan dos temas altamente representativos.

Tabla 3: Conocimientos y habilidades estadísticas esperadas para el noveno grado en Costa Rica

Conocimientos	Los alumnos deben tener la habilidad de:
Muestras aleatorias	Identificar la importancia del azar en los procesos de muestreo estadístico.
Probabilidad frecuencia	Identificar eventos para los cuales su probabilidad no puede ser determinada empleando el concepto clásico. Utilizar el concepto de frecuencia relativa como una aproximación al concepto de Probabilidad, en eventos en los cuales el espacio muestral es infinito o indeterminado. Identificar que las propiedades de las probabilidades que están vinculadas con evento seguro, probable e imposible también son válidas para la definición frecuencial. Identificar que, para un evento particular, su frecuencia relativa de ocurrencia se aproxima hacia la probabilidad clásica conforme el número de observaciones aumenta. Resolver problemas vinculados con fenómenos aleatorios dentro del contexto estudiantil.

Las diferencias más importantes del programa de noveno grado con respecto a su antecesor, son el énfasis en clasificar variables de forma efectiva, especialmente las cuantitativas. Si los alumnos desarrollan las habilidades planeadas, se espera que sean capaces de elaborar tablas de distribución de frecuencias y hacer representaciones gráficas acordes al tipo de datos

utilizados. En el caso de probabilidad, resalta el interés por introducir la ley de los grandes números y el muestreo aleatorio. Por otra parte, el décimo y undécimo grados corresponden al ciclo diversificado de la educación secundaria. De acuerdo con el MEP (2012), el objetivo general en este ciclo es propiciar la capacidad de identificar, acopiar e interpretar información para resolver problemas del entorno en que se desenvuelven los estudiantes, hacer patente la importancia de la estadística y la probabilidad en otras áreas del saber. En las siguientes tablas se muestra un resumen de los conocimientos más significativos y las habilidades que se programaron en estos grados que son previos a la educación superior.

Tabla 4: Conocimientos y habilidades esperadas para el décimo grado del tercer ciclo en Costa Rica

Conocimientos	Los estudiantes deben tener la habilidad de:
Representaciones	Identificar la importancia del azar en los procesos de muestreo estadístico. Resumir un grupo de datos mediante el uso de la moda, la media aritmética, la mediana, los cuartiles, el máximo y el mínimo, e interpretar la información que proporcionan dichas medidas.
Medidas de posición	Identificar la ubicación aproximada de las medidas de posición de acuerdo con el tipo de asimetría de la distribución de los datos. Utilizar la calculadora o la computadora para calcular las medidas estadísticas correspondientes de un grupo de datos.
Media aritmética ponderada	Determinar la media aritmética en grupos de datos que tienen pesos relativos (o ponderación) diferentes entre sí. Utilizar la media aritmética ponderada para determinar el promedio cuando los datos se encuentran agrupados en una distribución de frecuencias.
Eventos	Describir relaciones entre dos o más eventos de acuerdo con sus puntos muestrales, utilizando para ello las operaciones: unión “ \cup ”, intersección “ \cap ” y “complemento” e interpretar el significado dentro de una situación o experimento aleatorio. Representar mediante diagramas de Venn las operaciones entre eventos. Reconocer eventos mutuamente excluyentes en situaciones aleatorias particulares.
Probabilidades	Deducir mediante situaciones concretas las reglas básicas (axiomas) de las probabilidades. Deducir las propiedades relacionadas con la probabilidad de la unión y del complemento. Aplicar los axiomas y propiedades básicas de probabilidades en la resolución de problemas e interpretar los resultados generados. Utilizar probabilidades para favorecer la toma de decisiones en problemas vinculados con fenómenos aleatorios.

De manera similar que en los tres grados anteriores, se acentúa el tratamiento de tópicos de estadística descriptiva. Se introduce la media aritmética ponderada para analizar problemas que requieran el uso de datos con peso relativo distinto. Por otra parte, en probabilidad se incluyen temas relacionados con el álgebra de conjuntos y las reglas básicas de probabilidad. Posiblemente en estos dos últimos temas sea pertinente dedicar una mayor cantidad de tiempo, si se considera que se exigirá a los estudiantes que las deduzcan por sí mismos a partir de situaciones concretas.

Respecto al 11°, último del ciclo diversificado y educación secundaria, los contenidos incluidos en el nuevo programa son los siguientes:

Tabla 5: Conocimientos y habilidades esperadas para el undécimo grado del tercer ciclo en Costa Rica

Conocimientos	Los estudiantes deben tener la habilidad de:
Medidas de variabilidad	<p>Identificar la importancia de la variabilidad para el análisis de datos.</p> <p>Reconocer la importancia de la variabilidad de los datos dentro de los análisis estadísticos y la necesidad de cuantificarla.</p> <p>Resumir la variabilidad de un grupo de datos mediante el uso del recorrido, el recorrido intercuartílico, la variancia o la desviación estándar e interpretar la información que proporcionan.</p> <p>Emplear la calculadora o la computadora para simplificar los cálculos matemáticos en la determinación de las medidas de variabilidad.</p> <p>Resolver problemas del contexto estudiantil que involucren el análisis de las medidas de variabilidad.</p>
Representación gráfica	<p>Utilizar diagramas de cajas para comparar la posición y la variabilidad de dos grupos de datos.</p>
Medidas relativas	<p>Reconocer la importancia de emplear medidas relativas al comparar la posición o la variabilidad entre dos o más grupos de datos.</p> <p>Aplicar estandarización y el coeficiente de variación para comparar la posición y variabilidad de dos o más grupos de datos.</p>

A partir del 7° se comenzó a plantear situaciones de aprendizaje que coadyuvaran para que los estudiantes reconocieran la importancia de la variabilidad en los análisis estadísticos. No obstante, es hasta el 11° que se definen medidas estadísticas para cuantificar su magnitud. De forma paralela, se introducen los diagramas de caja como medio para examinar la posible relación entre las medidas de posición y las de variabilidad.

3.2 El caso de México

En México, el Gobierno Federal, ha diseñado e implantado varias reformas educativas, especialmente en educación preescolar, primaria y secundaria. La Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) es la más reciente de todas, dio inicio en el año 2004 con las adecuaciones en educación preescolar, luego continuó en 2006 con secundaria, siguió en 2009 con primaria, y consolidó el proceso en 2011.

Como se citó antes, la SEP (2011) considera que el estudio de las matemáticas debe coadyuvar a que los niños y jóvenes desarrollen habilidades de pensamiento que les permita usar técnicas en procesos de reconocimiento, planteamiento y solución de problemas. En el caso particular de los tópicos estocásticos, se espera que los alumnos:

“Emprendan procesos de búsqueda, organización, análisis e interpretación de datos contenidos en tablas o gráficas de diferentes tipos, para comunicar información que responda a preguntas planteadas por ellos mismos u otros. Elijan la forma de organización y representación (tabular o gráfica) más adecuada para comunicar información matemática.

Calculen la probabilidad de experimentos aleatorios simples, mutuamente excluyentes e independientes.” (SEP, 2011, pag. 13).

Los programas de cada grado escolar están divididos en cinco bloques, cada uno con contenidos específicos y organizados en cada eje para que los alumnos se vayan apropiando de conceptos, técnicas y recursos matemáticos de complejidad ascendente. En el caso particular de la estadística, no existe una materia como tal en los planes de estudio de la educación secundaria. Al igual que en Costa Rica, los tópicos asociados a esta disciplina están integrados a los programas de matemáticas.

Las tablas siguientes resumen los estándares correspondientes a los tópicos “nociones de probabilidad” y “análisis y representación de datos” que deben alcanzar los alumnos al egresar de secundaria, en el entendido que están distribuidos en cada uno de los cinco bloques por grado de estudio.

En la tabla 6, se muestran los estándares establecidos en séptimo grado (primero de secundaria).

Tabla 6: Estándares para el eje temático “manejo de información” del séptimo grado en México

Tema	Los alumnos deben ser capaces de:
Nociones de probabilidad	Identificar y practicar juegos de azar sencillos y registro de los resultados. Elegir estrategias en función del análisis de resultados posibles.
	Anticipar resultados de una experiencia aleatoria, verificar la realización de un experimento y su registro en una tabla de frecuencias.
	Resolver problemas de conteo mediante diversos procedimientos. Buscar recursos para verificar los resultados.
Análisis y representación de datos	Leer y comunicar información mediante el uso de tablas de frecuencia absoluta y relativa.
	Leer información representada en gráficas de barras y circulares, provenientes de diarios o revistas y de otras fuentes. Comunicar información derivadas de estudios sencillos, eligiendo la representación gráfica más adecuada.

Se observa el esfuerzo de los planeadores por hacer una transición «suave» entre la educación primaria y la secundaria. Este aspecto es importante si se considera que el tránsito a la segunda implica cambios notables en la organización de las actividades académicas para los alumnos. Así, generalmente esta transición implica un cambio de escuela, acostumbrarse a jornadas escolares de mayor duración, horarios de clase heterogéneos, múltiples profesores (uno para cada materia), entre otros. En el caso específico de los tópicos estocásticos, destaca el énfasis en realizar actividades lúdicas, obtener resultados y registrarlos en tablas de frecuencias, como medio para acercarse al campo de la probabilidad. Asimismo, se exige resolver problemas básicos en el campo de la combinatoria. Respecto al análisis y representación de datos, los aspectos más representativos son la exigencia de leer en discontinuo y enseñar a los alumnos como hacer una elección acertada de la representación gráfica.

En octavo grado, se programan actividades que implican un mayor nivel de razonamiento, especialmente en el campo de la probabilidad (ver tabla 7).

Tabla 7: Estándares para el eje temático “manejo de información” del octavo grado en México

Tema	Los alumnos deben ser capaces de:
Nociones de probabilidad	Comparar dos o más eventos a partir de sus resultados posibles, usando relaciones como: “es más probable que ...”, “es menos probable que ...”
	Realizar experimentos aleatorios y registro de resultados para un acercamiento a la probabilidad frecuencial. Relación de ésta con la probabilidad teórica.
	Comparar gráficas de dos distribuciones (frecuencial y teórica) al realizar muchas veces un experimento aleatorio.
Análisis y representación de datos	Analizar casos en los que la media aritmética o mediana son útiles para comparar dos conjuntos de datos.
	Buscar, organizar y presentar información en histogramas o en gráficas poligonales (de series de tiempo o de frecuencia), según el caso y análisis de la información que proporcionan.
	Analizar propiedades de la media y mediana.
	Solucionar situaciones de medias ponderadas.

Destaca la programación de actividades experimentales sobre fenómenos aleatorios como medio para introducirse al enfoque frecuentista de la probabilidad y su relación con su concepción teórica. En estadística, se propone profundizar en las medidas de posición –propiedades y usos representativos– y utilizarlas como herramienta para comparar datos. También se contempla la enseñanza de representaciones gráficas más sofisticadas, como las que exigen contrastar dos distribuciones.

La siguiente tabla presenta los estándares establecidos para el noveno grado, tercero y último de la educación secundaria en México.

Tabla 8: Estándares para el eje temático “manejo de información” del noveno grado en México

Tema	Los alumnos deben ser capaces de:
Nociones de probabilidad	Conocer la escala de la probabilidad. Analizar las características de eventos complementarios y eventos mutuamente excluyentes e independientes.
	Calcular la probabilidad de ocurrencia de dos eventos mutuamente excluyentes y de eventos complementarios (regla de la suma).
	Calcular la probabilidad de ocurrencia de dos eventos independientes (regla del producto).
	Analizar las condiciones necesarias para que un juego de azar sea justo, con base en la noción de resultados equiprobables y no equiprobables.
Análisis y representación de datos	Diseñar una encuesta o un experimento e identificar la población en estudio. Discutir sobre las formas de elegir el muestreo. Obtener datos de una muestra y buscar herramientas convenientes para su presentación.
	Medir la dispersión de un conjunto de datos mediante el promedio de las distancias de cada dato a la media (desviación media). Analizar las diferencias de la “desviación media” con el “rango” como medidas de la dispersión.

Los estándares son significativamente más altos respecto a los demandados en el grado anterior. Se exige que el estudiante domine las principales reglas de la probabilidad, que conozca el lenguaje propio de la disciplina y lo demuestre mediante el uso de términos con significado exclusivo en este campo como *evento*, *evento complementario*, *mutuamente excluyente*, *independencia*, *equiprobabilidad*, entre otros. En estadística, se introduce el muestreo y se exige la realización de actividades que impliquen debatir respecto a la selección adecuada de la muestra. También se introducen algunas medidas de dispersión elementales y su aplicación.

3.3 Desafíos para el profesorado

Las nuevas reformas y el establecimiento de los estándares nuevos tiene repercusiones en diversos ámbitos educativos. En la institución escolar, exige revisar la infraestructura tecnológica existente; modificar los parámetros, directrices, indicadores y criterios en la enseñanza; además de los mecanismos para evaluar el desempeño académico. En el profesorado hace ineludible determinar su grado de dominio disciplinar y pedagógico, además de examinar si este es suficiente para cumplir con los criterios de calidad establecidos en los estándares que acompañan las nuevas reformas.

En el caso particular del dominio disciplinar, al menos se requiere que los profesores sean capaces de:

- Conocer el desarrollo histórico de la estadística.
- Entender los postulados probabilísticos más representativos.
- Comprender y usar el lenguaje propio de la disciplina.
- Leer e interpretar información presentada en discontinuo (v. gr tablas y gráficas).
- Seleccionar y utilizar diferentes medios para representar datos.
- Usar programas de cómputo especializado.
- Resolver problemas de tipo estocástico dentro y fuera del ámbito escolar.
- Emitir conclusiones y recomendaciones que respeten la lógica de trabajo y alcance del análisis estadístico.

Por su parte, respecto del dominio pedagógico es necesario que los profesores sean competentes en:

- Utilizar estrategias instruccionales adecuadas a la naturaleza de la materia.
- Clasificar, seleccionar y usar material de apoyo pertinente.
- Diseñar, contextualizar y poner en práctica situaciones de aprendizaje que impliquen el acopio, organización y manipulación de datos reales.
- Conocer los procesos educativos –interacciones– entre el estudiante, el profesorado, los contenidos y el ambiente ante el cual debe desempeñarse tomando en consideración los criterios estipulados por determinada comunidad epistémica.
- Incorporar y hacer transparente en su praxis la resolución de problemas como guía teórica y metodológica.
- Usar una taxonomía de procesos comportamentales y de grado de dominio que le permitan identificar y clasificar desempeños específicos.

Puede notarse que los retos para el profesorado de estadística son de gran magnitud. Se les exige que muestren una sinergia entre saberes y habilidades propias de la estadística en el plano profesional, tecnológico y pedagógico del contenido. Como indican Shulman (1986, 1987) y Chinnappan y Lawson (2005), se espera que tengan un Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). De manera más precisa, es necesario que cuenten con un Conocimiento Tecnológico–Pedagógico del Contenido (CTPC) como señalan Koehler y Mishra (2009); Koehler, Mishra, Kereluik, Shin y Graham (2014); Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler y Shin (2009); Chai y Tsai (2013) y Harris y Hofer (2011). Aunado a lo anterior, se les pide que tengan información de sus estudiantes en términos de sus alcances y limitaciones de aprendizaje y desarrollo académico, es decir, «conocerlos» en el sentido amplio del término.

En virtud de la dimensión de estos desafíos, cabe preguntarse ¿Cuál es el papel de las instituciones universitarias en la formación, actualización y capacitación del profesorado?

4 El reto de las instituciones educativas en la formación de profesores

Además de la estructuración de sus sistemas educativos, hay otras diferencias importantes entre ambas naciones. Una de ellas reside en los procesos para formar a los futuros profesores de matemáticas y estadística. En Costa Rica, los estudiantes de profesorado se preparan en instituciones –públicas o privadas– de educación superior como el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional (UNA) y la Universidad Estatal a Distancia (UNED), que son las instituciones con mayor prestigio académico de esa nación. En México, la situación es más compleja. Según Arnaut (2004), el sistema de formación de profesores es heterogéneo debido principalmente a la diferenciación curricular para atender necesidades formativas particulares y a los distintos niveles y modalidades presentes en la educación básica. Así, existen instituciones para formar profesores de educación primaria, secundaria, educación física, educación tecnológica, tele-secundaria, artística, indígena, en educación e innovación pedagógica, entre otras. Destacan las Escuelas Normales Superiores (ENS) por formar Licenciados en Educación Secundaria con Especialidad en Matemáticas, además de otras áreas del saber. También existen diferencias notables entre los docentes en activo que enseñan matemáticas y estadística en secundaria. En Costa Rica, generalmente son Bachilleres o Licenciados en Enseñanza de la Matemática. En México, la responsabilidad recae en Profesores Normalistas –con o sin especialidad en matemáticas–, Ingenieros, Contadores, Abogados, entre otros profesionales de distintas disciplinas, conformando así una planta docente de naturaleza distinta. No obstante las diferencias, estas instituciones comparten un reto de singular importancia, a saber, formar, actualizar y capacitar a profesores en activo y a quienes optan por realizar estudios que los habilite como enseñantes.

Respecto de la educación estadística y matemática, los modelos educativos conllevan la realización de ajustes en los rubros tecnológico, administrativo y académico. En el caso de este último, las instituciones necesitan examinar la vigencia y prospectiva de sus programas

de formación de profesores en estos campos del saber. Este examen puede guiarse a través del planteamiento de interrogantes como las siguientes: ¿En qué medida el perfil de egreso actual está acorde a las necesidades académicas en el plano nacional e internacional? ¿Qué características debe reunir el perfil de egreso a plasmar en los planes de estudio? ¿Cómo pueden articularse programas de formación, actualización y capacitación que respondan a las demandas sociales, en las que se privilegie el logro de aprendizajes de calidad? ¿Hasta que punto el objetivo de la *praxis docente* debe orientarse al cumplimiento de los estándares internacionales?

5 Propuesta de trabajo para indagar la vigencia y prospectiva de programas de formación de profesores

En virtud de la complejidad y responsabilidad que estriba indagar la vigencia y prospectiva de los programas de formación de profesores, en esta propuesta, la malla curricular y todos los procesos vinculados a ella –módulos o asignaturas, objetivos, contenidos, estrategias didácticas, estrategias de evaluación, materiales de estudio, tecnología sugerida, entre otros– estarán supeditados al perfil de egreso que se espera para el profesorado. En la figura 2 se muestra la importancia del perfil en la propuesta.

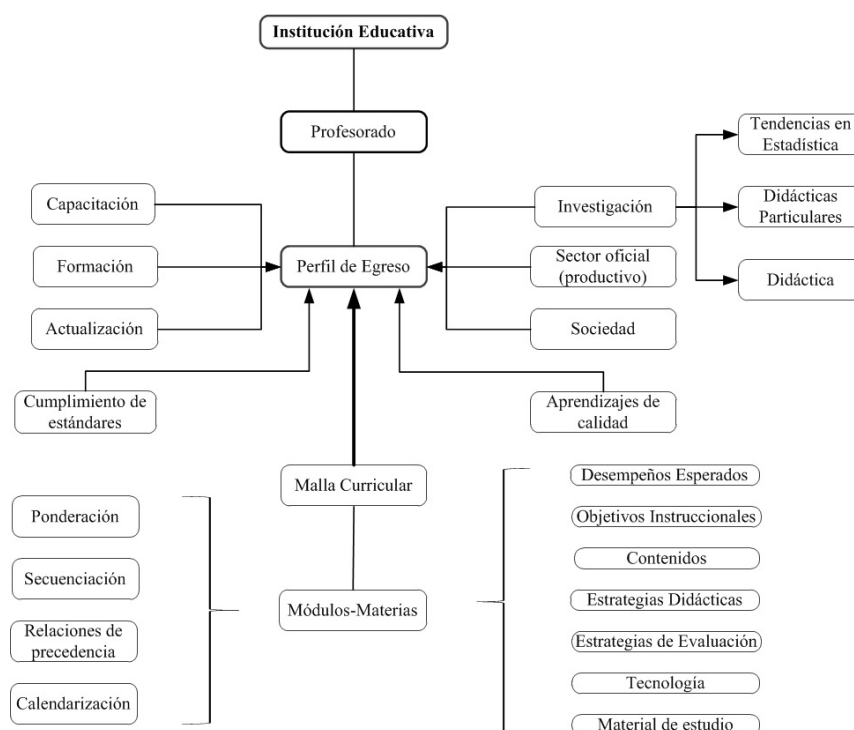


Figura 2: Formación, capacitación y actualización. Importancia del perfil de egreso

¿En qué medida el perfil de egreso actual está acorde a las necesidades académicas actuales en el plano nacional e internacional? ¿Cuál es el perfil de egreso que debe plasmarse

en los planes de estudio? ¿Cómo pueden articularse programas de formación, actualización y capacitación que respondan a las demandas sociales, en las que se privilegie el logro de aprendizajes de calidad? Para responder estas interrogantes se propone efectuar las actividades incluidas en fases claramente diferenciadas pero relacionadas entre sí.

5.1 Fase 1. Determinación del perfil de egreso

Determinar el perfil de egreso para el profesorado de matemática y estadística es el proceso más importante en esta propuesta. Su establecimiento servirá como guía para constituir la malla curricular y derivar procesos ligados a ella. Específicamente se propone:

1. *Conformar un grupo de trabajo que integre investigadores y profesores experimentados.*
2. *Efectuar una indagación exhaustiva e integral sobre las tendencias de la educación estadística y matemática en el plano internacional.*
3. *Formular un perfil de egreso.*
4. *Presentar el perfil formulado a representantes de diversas comunidades epistémicas como las de profesores, investigadores en educación estadística y matemática, además del sector oficial o productivo.*
5. *Actualizar el perfil de egreso.*

Es importante subrayar la necesidad de que la comunidad académica se vea representada en la conformación del grupo. En relación con la indagación sobre las tendencias en la educación matemática y estadística, es imprescindible que esta se efectúe a la luz de una postura teórica y metodológica rigurosa en la que se privilegie la necesidad –o problemática– a examinar como fundamento del método de trabajo posterior, es decir, las características de la necesidad o problemática sugerirán la metodología de trabajo a seguir. Con relación al perfil de egreso y su presentación a representantes de diversas comunidades epistémicas, es esencial que se formule con base en evidencia objetiva, y que al someterse a la crítica se soliciten observaciones sobre su pertinencia. En caso de que los representantes efectúen observaciones, el grupo de trabajo analizará la conveniencia de cada una y se encargará de que se reflejen en el perfil, sin menoscabo en las bases de la propuesta original.

5.2 Fase 2. Elaboración de malla curricular

Habiendo definido el perfil, es necesario derivar y organizar de forma lógica la malla curricular con todos sus componentes.

1. *Estructurar la malla curricular.*
2. *Establecer la ponderación, secuenciación, relaciones de precedencia y calendarización de cada módulo o materia.*
3. *Fijar los desempeños esperados, objetivos instruccionales, contenidos, estrategias didácticas y de evaluación para cada uno de los módulos o materias.*

5.3 Fase 3. Evaluar la congruencia y relación lógica del perfil y sus procesos derivados

La fase final consiste en efectuar una evaluación integral de la articulación de cada una de las actividades previas.

1. Formular conjeturas tendientes a encontrar errores o inconsistencias entre el perfil, la malla curricular y los procesos derivados.
2. Someter a prueba la propuesta tantas veces como sea necesario.

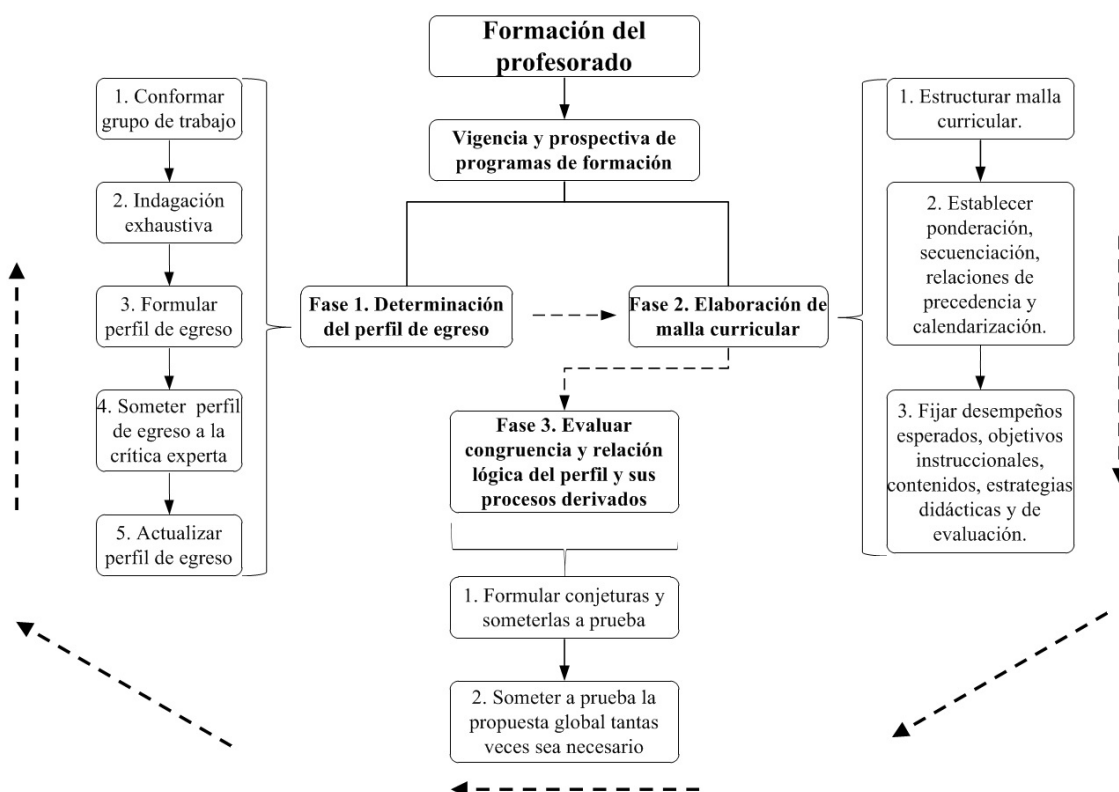


Figura 3: Representación gráfica de una propuesta para indagar la vigencia y prospectiva de programas de formación de profesores

En la figura 3 se muestra la representación gráfica de esta propuesta. Las actividades de la última fase siguen los lineamientos básicos propuestos por Karl R. Popper, para quien la ciencia no empieza con observaciones, sino con problemas. Plantea además que las teorías no son resultado de la síntesis de cuantiosas observaciones, sino que son conjeturas creadas para explicar algún problema que deben someterse a prueba por medio de la confrontación con la realidad para su posible refutación. (Popper, 1972)

¿Hasta que punto el objetivo de la *praxis docente* debe orientarse al cumplimiento de los estándares internacionales? Es difícil dar respuesta a esta interrogante, sin embargo, se espera que los ideólogos y operadores de políticas educativas tengan claro que el valor de los

estándares y los resultados en pruebas internacionales –como PISA– estará en función de su adecuada lectura y extrapolación a la realidad social y cultural de sus naciones. Hoy se vive en un mundo «globalizado», pero eso no implica que existan métodos, indicadores y soluciones homogéneas a problemas de sociedades particulares.

Hoy en día los fines de la educación están supeditados, por una parte, a la enseñanza de contenidos, y por otra al desarrollo de habilidades, de competencias. Esa es una visión muy pobre, reducida al máximo sólo para sobrevivir. La educación es más que eso, debe servir para vivir en armonía, para tener sabiduría y formar personas cultas.

6 Conclusiones y recomendaciones

La importancia de la alfabetización estadística en todos los estratos sociales ya no está a discusión. Tampoco hay controversia en la importancia de la institución escolar y el profesorado como contexto óptimo y actor central en el logro de ese fin. Lo que sí está en la mesa de debate es la adopción de políticas educativas que miden la calidad de un sistema educativo en relación al grado de cumplimiento de estándares. También están en la mesa de discusión las nuevas exigencias disciplinares, didácticas y de evaluación para el profesorado, producto todas ellas de las recientes adecuaciones a los currículos escolares, especialmente en educación secundaria.

En este trabajo se revisó de manera breve la situación imperante de la educación estadística en Costa Rica y México, dos naciones de América Latina que han asumido el compromiso de introducir tópicos de este campo del saber en el currículo escolar, especialmente en educación secundaria. Se examinaron las implicaciones que esto conlleva en la formación del profesorado que la enseña y los retos que esto representa para las instituciones académicas que tienen como misión formarlos, capacitarlos y actualizarlos. El reto de las instituciones formadoras de maestros es mayúsculo, en consecuencia, se recomienda que al menos hagan lo siguiente:

- Revisar, y en su caso modificar, las mallas curriculares de sus programas académicos, contemplando la formación disciplinar, pedagógica, pedagógica–disciplinar, y tecnológica.
- Crear, monitorear y evaluar programas de actualización y capacitación que privilegien en logro de aprendizajes, dejando en otro término el enfoque reduccionista que aboga por únicamente cumplir con las exigencias de evaluaciones internacionales como hoy es común.
- Promover que las adecuaciones curriculares surjan de las «bases», de los maestros, no de las élites político–académicas. Es necesario tener presente que ni los investigadores más connotados, ni las autoridades educativas de posición más alta en un organigrama tienen el «monopolio del saber». Cualquier adecuación curricular que no incluya al profesorado en su consecución, tiene una alta probabilidad de fracasar, ya que son ellos quienes interpretan y producen las mejoras.