

III FORO NACIONAL

¿Qué Aprender en Ciencia y Ciudadanía?

Formación de maestros en ciencia

Daniel Quineche Meza

UPCH, Docente

RESUMEN

Se presentan tres etapas en el desarrollo de la ciencia y tecnología para los últimos sesenta años: la ciencia disciplinaria a mediados del siglo pasado, la ciencia integrada desde la década de 1970 y la etapa del trinomio ciencia-tecnología-ambiente a partir del milenio presente. Se sostiene y explican diversos cambios correlacionados también en la formación docente, especialmente en ciencia y tecnología.

Finalmente, se evalúa la pertinencia de tomar los estándares de las evaluaciones internacionales, en concreto SERCE y PISA, como referentes en la enseñanza de la ciencia y tecnología.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA / FORMACIÓN DOCENTE / PERÚ /
EDUCACIÓN BÁSICA

Lima, 27 de octubre de 2011



Formación de maestros en Ciencia y Tecnología

Daniel Quineche Meza

En el siglo XXI, la Ciencia y la Tecnología (CYT) es un factor consustancial al desarrollo económico, social y cultural.

Por un lado, los resultados de la investigación CYT generan cada vez más productos que están modificando drásticamente el modelo de producción, las relaciones laborales, las relaciones entre los países, al interior de las sociedades, las familias y los individuos.

Por otro lado, la ciudadanía en tanto consumidora de los productos derivados de la CYT requieren ser educados científica y tecnológicamente para realizar una conveniente elección que redunde a favor de su calidad de vida pero al mismo tiempo sepa manejar los desperdicios, producto colateral, para asegurar la sostenibilidad del ambiente terrestre donde vivimos.

En el mundo y en el país, la enseñanza de la CYT ha pasado por una sucesión de cambios en su orientación, objetivos y maneras de enseñar y aprender.

En una visión muy sintética se pueden distinguir por lo menos tres momentos en el último medio siglo, post SGM.

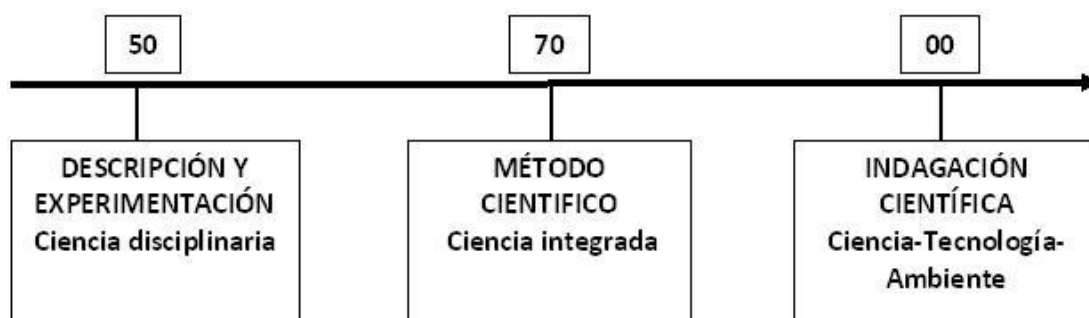


Figura 1

Estos cambios, en cada periodo, han implicado necesariamente modificaciones en un conjunto de factores. Sin embargo, no todos han sido tratados con la misma intensidad ni de manera articulada en la estrategia de introducción de los cambios.



Figura 2

La mayor inversión del Estado Peruano, vía Ministerio de Educación, con recursos internos y externos, en los últimos 30 años, no ha sido en la formación inicial de los docentes sino en la formación de los docentes en servicio.

En el caso de la formación docente, también se pueden distinguir cambios correlacionados con los ocurridos en la orientación.

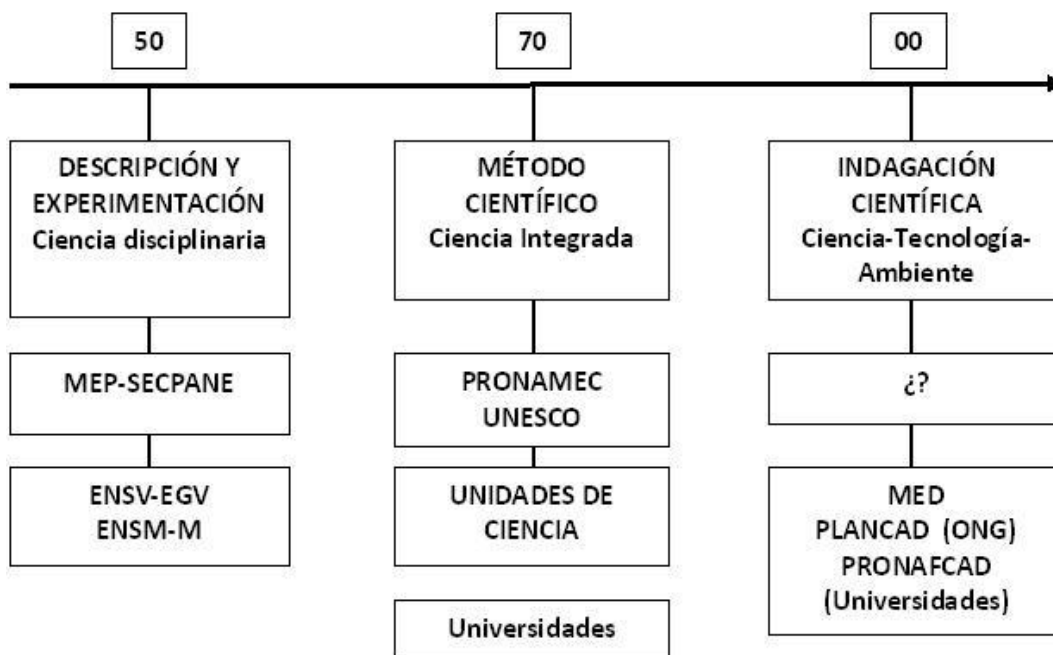


Figura 3

Cabe agregar que en todos estos programas siempre se ha diferenciado a los profesores de Primaria de los de Secundaria.

La experiencia del 50

De acuerdo al Plan de Educación Nacional (1950), contra la dispersión estéril de los colegios secundarios en el país y la tendencia a la concentración de la matrícula en los colegios de Lima – consecuencia de la baja calidad de los colegios de provincias-, se impulsó la creación de las Grandes Unidades Escolares dotadas de una nueva organización, personal, equipamiento e infraestructura adecuada, entre los que destacan los gabinetes, laboratorios y bibliotecas.

La orientación educativa fue preparar para la vida, para el trabajo y para las profesiones. La orientación pedagógica consistió en “buscar mayor objetivación y práctica” para mejorar los rendimientos escolares. En ese sentido, la Secundaria se dividía en Común y Técnica. La primera incluía la formación científica y el Plan de Estudio comprendía los cursos de Ciencias Biológicas

(Botánica, Zoología y Anatomía e Higiene), Física y Química. Junto con los programas de los cursos se dieron orientaciones pedagógicas que sirvieron de base para la publicación de los textos escolares oficiales respectivos (Imprenta del Colegio Militar Leoncio Prado).

De igual manera ante la dispersión de los centros de formación del magisterio se tomó la decisión de centralizar a través de la constitución de la Escuela Normal Central del Perú. En la práctica, sólo se constituyó la Escuela Normal Central de Varones bajo la dependencia del Ministerio de Educación Pública y se aceptó que el Instituto Pedagógico Nacional de Mujeres continúe regentado por una congregación religiosa. En estas instituciones se dio la formación inicial de los profesores de ciencias, bajo las mismas orientaciones pedagógicas del Plan Nacional de Educación.

La formación continua, bajo el nombre de Cursos de Perfeccionamiento, fue ofertada a través de cursos por especialidades: Física, Química, con la colaboración de profesores de la UNMSM y con profesores contratados con la UNESCO.

Cabe añadir, que en 1947 se inicia la formación docente profesional en el nivel universitario con la creación de la Facultad de Educación en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Su mejor impacto fue la instauración de un currículo universitario distinto al del Instituto Pedagógico y al de las Escuelas Normales de la época, poniendo énfasis en la formación humanística y en ciencias básicas como sustento de la formación especializada. Además, el cuerpo docente estuvo constituido por profesores especialistas de las Facultades de Letras y de Ciencias de la Universidad, a los que se añadió un pequeño grupo de profesores que tenían formación pedagógica adquirida en las escuelas normales y que habían ingresado a la universidad para obtener un grado académico universitario (Piscoya, 2004)

En este periodo, en líneas generales, adaptadas a las modalidades particulares de cada curso, se siguió el método dinámico de demostración, rendimiento e impulso, auspiciado por los Estados Unidos y recomendado por el PEN. Dicho método comprende cinco fases. Cabe destacar la segunda y la tercera. En la Fase de demostración, a cargo del profesor, consiste en preparar explicaciones, demostraciones prácticas, ejercicios, o ejemplos especialmente escogidos, que ilustren la sustentación del tema y que faciliten la comprensión de los estudiantes. En la Fase de

aplicación, el estudiante pone en práctica el criterio que se ha formado sobre el asunto de que se trate y realiza los ejercicios y resuelve los problemas, con la ayuda del profesor (Rodríguez, 1956).

En la educación científica, se puso énfasis a las observaciones y a la experimentación. “Para que las nociones científicas puedan ser verdaderamente asimiladas, deben ser obtenidas por experimentación y ser descubiertas por los alumnos, más que enseñadas... Una buena enseñanza científica debe estar fundada sobre la observación y la experimentación, las cuales son irremplazables.” (UNESCO, 1959).

Coherente con lo anterior, los textos escolares, además del desarrollo temático, tenían un anexo con los experimentos respectivos. Sin embargo, la puesta en práctica de esta orientación tenía un obstáculo importante en la carencia de los materiales. Para salvarlo se recurrió a la alternativa de los “equipos mínimos” fabricados con material sencillo y con recursos del entorno.

La experiencia del 70

La denominada Reforma de la Educación, implantó una nueva estructura de niveles y modalidades en el sistema educativo nacional que obligó a planear una nueva política de desarrollo magisterial. La formación inicial de los maestros a cargo del Ministerio de Educación fue colocada al nivel de las Escuelas Superiores de Educación Profesional (ESEP), con grave repercusión en la carga académica y el prestigio profesional. Por su parte, la formación continua, conceptualizada como Reentrenamiento Magisterial fue encargada al recién creado Instituto de Investigación y Desarrollo de la Educación (INIDE).

En este marco se creó el Programa Nacional de Mejoramiento de las Ciencias (PRONAMEC) que dio un impulso muy importante al desarrollo científico entre los estudiantes de educación básica. En este programa, un equipo de especialistas se encargaba de la preparación a los docentes para la enseñanza de las ciencias. Y, las instituciones educativas fueron dotadas de laboratorios, equipos e insumos para la experimentación.

La orientación pedagógica tuvo como referente la integración de las ciencias y la matemática, promovida en la región por la UNESCO. En ese marco temas como Nutrición y producción de

alimentos, Conservación de los recursos naturales, Cultivos agrícolas o Educación Ambiental fueron los focos de atención para la formación científica de los estudiantes y de la formación de los docentes.

La puesta en práctica de esta orientación se vio limitada en esta oportunidad por el crecimiento desbordante de la matrícula escolar, el doble turno y la coeducación. Hubo la necesidad urgente de contar con personal adecuadamente capacitado para este trabajo y este fue el punto débil de la enseñanza integrada de las ciencias en la región.

“Es evidente que sin facilidades docentes no es posible la introducción de innovación curricular ni de acciones de mejoramiento en la enseñanza de las ciencias en general, y de la enseñanza integrada, en particular. Entre esas facilidades, están además de la adecuada provisión de ambientes, materiales y equipos, un cierto grado de flexibilidad en la organización y manejo del curriculum en el aula, que estimule la creatividad e ingenio del profesor y del alumno. Hace falta una clara definición de cuál es el objeto fundamental de la educación y el rol principal de la ciencia en cada período, rango de edad o ciclo educacional... Esta clarificación podría girar por ejemplo a lo largo de un continuo que tenga en un extremo los intereses del individuo y en el otro los de la sociedad, desplazándose el énfasis de un extremo hacia el otro según progresa la maduración psico-somática del educando. Esto daría una nueva dinámica significabilidad al "conocimiento" que pasaría de ser un objetivo terminal del proceso (de transferencia) educacional a asumir una función instrumental en el proceso enseñanza-aprendizaje y por ende en el desarrollo de las destrezas y habilidades del educando. Habilidades y destrezas que se manifiestan como capacidad creciente de adquisición, desarrollo y aplicación de conocimientos como caudal intelectual y recursos para resolver los varios problemas con que tiene o tendrá que enfrentarse en las diferentes situaciones que le toque vivir”. (Quiroz, 1980).

En este periodo también se dio inicio a las Ferias de Ciencia y al Museo Dinámico y se promovió la creación de los clubes de ciencia en las instituciones educativas.

En 1988 se organizó la primera Feria Escolar de Ciencia y Tecnología (FENCYT) para incentivar la investigación científica desde la escuela por iniciativa del CONCYTEC. Los organizadores promovían en los docentes la capacitación para proporcionar una adecuada orientación a los maestros

asesores, desde encontrar temas originales, desarrollar la investigación y escribir el informe en forma similar a como lo hacen los investigadores, evitando copias de trabajos realizados, la intención fue mostrarle la forma de encontrar temas originales sobre el mismo asunto. El personal responsable de la Feria viajaba a las regiones para orientar a los profesores especialistas. (Ishiyama, 2006). Actualmente, la Feria ha perdido norte y ya no cuenta con la asesoría de los profesores universitarios con experiencia y atenta contra su calidad la reducción de los criterios de evaluación de los trabajos tanto como la experiencia de los jurados. No es suficiente la buena voluntad de personas bien intencionadas pero que están lejanas a la investigación científica.

Del Museo Dinámico sólo queda el recuerdo y los clubes de ciencia son pequeños brotes que florecen con timidez y sólo en periodos cortos bajo la inspiración de unos pocos profesores y entusiastas estudiantes.

En este periodo, algunas universidades (UPCH, PUCP, UNE, UNI, etc.) por propia iniciativa o en convenio con el Ministerio de Educación también realizaron acciones de capacitación a los docentes en servicio en la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Estos programas respondieron a la concepción, objetivos y metodología de la propia universidad en base a su experiencia en la formación científica y tecnológica).

La experiencia del 2000

La continuidad de la política en materia de cambios curriculares llevó a modificar los currículos de Educación Básica así como el de formación docente a cargo de los Institutos Superiores Pedagógicos y a procesos masivos de capacitación a los maestros en servicio.

En la nueva estructura curricular se definió el Área de Ciencia y Ambiente para la Primaria y el Área de Ciencia, Tecnología y Ambiente para la Secundaria. Esta propuesta se basa en que el desarrollo de la ciencia va de la mano con el desarrollo de la tecnología, lo que permite ampliar las capacidades cognoscitivas del hombre y también sus capacidades para introducir transformaciones de todo orden en pro de mejorar las condiciones de vida. Sin embargo, esos mismos productos de la CYT están poniendo en peligro la propia existencia de la humanidad. De allí que el tercer componente que se propuso fue la dimensión ética de la CYT (Ambiente)

justamente para que las nuevas generaciones dejen de lado la visión dogmática de la CYT y, por el contrario, desarrollen una visión crítica. Posteriormente esta concepción, por su incompreensión, ha sido transfigurada a la simplista fórmula de C+T.

En 1995 se inició el programa de capacitación conocido como Plan Nacional de Capacitación Docente (PLANCAD) y extendió sus acciones hasta el 2001.

La estrategia de capacitación se implementó a través de la selección y evaluación de instituciones educativas, que tuvieran un perfil determinado, las cuales fueron denominados Entes Ejecutores y quienes a través de un Contrato de Servicios y después de recibir un Seminario de Información, ejecutaron las acciones de capacitación de acuerdo a los objetivos y estrategias definidas por el PLANCAD.

La orientación pedagógica del PLANCAD se basó en el denominado “Nuevo Enfoque pedagógico”, siendo sus principios básicos: a) Los alumnos son el centro del proceso; b) El aprendizaje escolar se vincula directamente con el entorno y con la vida cotidiana de los alumnos y alumnas; c) Los alumnos y alumnas construyen su aprendizaje en base a sus experiencias; y d) las actividades significativas propician el aprendizaje (Castillo, 1998).

En este programa se capacitaron a los profesores de Primaria y Secundaria teniendo en cuenta las Áreas de Desarrollo del Diseño Curricular Básico, como el caso del área de Ciencia y Ambiente para Primaria y de Ciencia, Tecnología y Ambiente, para Secundaria, integrando en las actividades de aprendizaje las competencias de áreas afines que por su propia naturaleza propician oportunidades para que los alumnos y alumnas adquieran nuevas competencias y la práctica de valores.

El programa utilizó las Actividades de Aprendizaje y los Proyectos de Aprendizaje como las herramientas para la planificación, ejecución y evaluación de las acciones docentes.

Para el PLANCAD, tanto las Actividades como los Proyectos son significativos para los alumnos y alumnas, cuando los contenidos son extraídos de su realidad, de su vida cotidiana. Partiendo de su entorno y de su contexto social y cultural pueden enriquecer su visión del mundo de la ciencia, la

tecnología y ampliar el conocimiento de nuestra herencia cultural. Esta posición no se contrapone a que el alumno y alumna se integre progresivamente al mundo de la ciencia y la tecnología, parte del patrimonio cultural de la humanidad (Castillo, 1998).

En el periodo 1995-2003, según cifras oficiales, el PLANCAD capacitó a 181,787 docentes primarios y secundarios con un costo no menor de 478,567 millones de dólares USA de la cooperación financiera multilateral reembolsable (Piscoya, 2004).

En el periodo 2002-2006, se trató de poner orden en la formación inicial de los docentes, consecuencia de la flexibilización de las normas que autorizaban la creación de centros de formación docentes en la década de los 90. La proliferación de Institutos Superiores Pedagógicos (ISP), caracterizados por su poco alumnado y baja calidad, ha llevado a que la oferta de profesores supere la demanda (Entre 1990 y 1997, el número de ISP privados pasó de 17 a 117). Entre las acciones tomadas destacan: Suspendieron la creación de nuevos ISP, evaluaron al 100 por ciento de institutos, retiraron autorización de funcionamiento a las instituciones que no se habían reinscrito y regularon las matrículas, entre otras acciones (Sánchez Moreno, 2006). En lo que respecta a la formación continua se sigue con la política del periodo anterior bajo el Plan de Formación de Docentes en Servicio.

En el 2007 se inició el Programa Nacional de Formación y Capacitación Permanente, PRONAFCAP, con el propósito de mejorar las capacidades, conocimientos, actitudes y valores de los docentes, enfatizando el desarrollo de sus capacidades comunicativas, capacidades lógico matemáticas, dominio del currículo escolar y especialidad académica de acuerdo al nivel educativo, con el objetivo fundamental de mejorar la enseñanza en las aulas.

La ejecución del programa fue encargada a las Universidades e Institutos Superiores Pedagógicos con experiencia en formación y/o capacitación docente, quienes asumen la planificación, organización, ejecución, evaluación e información según las orientaciones y exigencias del Ministerio de Educación.

La orientación metodológica del Programa toma como punto de partida la reflexión del docente sobre sus propias creencias y práctica educativa, de manera que sea capaz de mejorarlas luego de

ampliar y profundizar los conocimientos y estrategias de su especialidad y su manejo del currículo escolar.

El aprendizaje involucra trabajo tanto individual como cooperativo, el uso de recursos y materiales adecuados para facilitar los procesos de comprensión y aplicación de lo aprendido en el aula.

Con este programa se ha dado inicio, en el 2010, a la capacitación especializada, particularmente en la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología aunque enmarcada en los lineamientos curriculares vigentes tanto para Primaria como para Secundaria. “Esta especialización, que se realiza por primera vez en el Perú, tiene como principal objetivo desarrollar la actitud científica y preparar a los docentes para hacer más comprensible las ciencias a los estudiantes, fomentando personas responsables frente a la preservación y valoración del ambiente” (Vexler, 2010).

Impacto de la formación docente

En principio, las investigaciones internacionales sobre el impacto de la formación docente en el aprendizaje no han llegado a conclusiones contundentes.

Un resumen de investigaciones (Fuller y Clarke, 1994) sobre el impacto del número de años de formación pedagógica (y/o grado académico o profesional máximo alcanzado) indica que sólo en 9 de 18 estudios realizados en países en desarrollo –como el Perú– mostró una clara relación positiva con el rendimiento estudiantil en primaria (a más años de formación del profesor o la profesora, mejor rendimiento de sus estudiantes). En el caso de secundaria, se encontró dicha asociación en 5 de 8 estudios (Crecer, 1999).

Pese a los esfuerzos realizados esfuerzos, en primer lugar, en todos estos casos no se llegó a atender al total de la población de docentes que estaban a cargo de los cursos correspondientes. En segundo lugar, tampoco se han evaluado su impacto en los aprendizajes de los estudiantes. De allí que la voz de alerta se da al conocerse los resultados de las evaluaciones nacionales e internacionales.

En las pruebas de Suficiencia Profesional administradas por el Ministerio de Educación en marzo del 2002 los docentes peruanos mostraron un bajo rendimiento. Los profesores de Secundaria de Ciencias Naturales obtuvieron como nota promedio: 12,932.

En el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) de UNESCO-OREALC (2006), se encontró que el 46.93% de los estudiantes peruanos del sexto grado de Primaria se ubicaban en el nivel I de una escala de cuatro niveles. Este nivel, agrupa las tareas concernientes a situaciones concretas y muy próximas al entorno conocido por el estudiante; es decir, que la información necesaria para responder debe darse de manera explícita, y sólo se requiere reconocer, memorizar y utilizar el conocimiento identificado. De igual manera, se reveló que el desempeño de los estudiantes de zonas rurales es menor que el de aquellos que asisten a instituciones educativas urbanas (2 a 3 veces mayor es la cifra que se encuentra en la zona urbana).

En el estudio comparativo internacional de PISA (2009), los estudiantes peruanos de 15 años de edad (la mayoría de ellos cursan el tercero y cuarto de Secundaria) obtuvieron los menores puntajes entre los países participantes en las pruebas de ciencias. El 33% de los estudiantes apenas llegaron al mínimo de rendimiento establecido por PISA (6 niveles) y el 35.3% de ellos está por debajo de este nivel mínimo. Con estos resultados, nuestros estudiantes ocupan el penúltimo lugar entre los países evaluados por PISA y el último lugar entre los países de la Región. En general, los resultados no son alentadores, pero informan sobre el desempeño y el rendimiento en ciencias de los estudiantes y develan los desfases entre el currículo prescrito y el currículo real, el que se trabaja en las aulas.

Los estándares como referentes en la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología

El caso del SERCE

El Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) tuvo como objetivo evaluar los procesos de **reconocer, interpretar y aplicar conceptos y resolver problemas** gracias a contenidos tales como la naturaleza, el funcionamiento del cuerpo humano, la salud, la nutrición, el Sistema Solar, la Tierra, la ecología, la constitución de la materia y las fuentes, las manifestaciones y transformaciones de la energía.

La prueba fue diseñada en base a dos preguntas: a) ¿Qué saben de Ciencias los niños y niñas latinoamericanos?; y b) ¿Cómo usan sus conocimientos científicos en situaciones escolares o de la vida cotidiana?

Para ello se establecieron dos dimensiones para evaluar los conocimientos científicos de los estudiantes de sexto de Primaria: dominios y procesos cognitivos.

Cuadro 1.- Descripción de los dominios en SERCE.

DOMINIOS	DESCRIPCIÓN
Seres Vivos y Salud	Incluye la comprensión de la naturaleza; en especial, de las características de los seres vivos (animales y plantas): su diversidad, clasificación, identificación de grandes grupos y reconocimiento de algunos procesos vitales. También, el funcionamiento del cuerpo humano, y los hábitos que permiten preservar la salud.
Tierra y Ambiente	Comprende el Sistema Solar y la Tierra: sus características generales estructurales, movimientos e implicancias para la vida en el planeta; la interdependencia entre los organismos, y entre estos y su medio; el flujo de energía en los ecosistemas, el uso racional de los recursos y el impacto de la acción humana en el equilibrio ecológico natural.
Materia y Energía	Abarca aspectos de la materia como características, comportamiento y cambios físicos y químicos simples; el concepto de energía, sus fuentes, sus manifestaciones y sus transformaciones en los fenómenos de la naturaleza; la utilización de la energía en procesos generados por el hombre.

Cuadro 2.- Descripción de los procesos cognitivos en SERCE.

PROCESOS COGNITIVOS	DESCRIPCIÓN
Reconocimiento de conceptos	Comprende la identificación de los conceptos básicos y las reglas de uso de las Ciencias, distinguiendo los de este ámbito de aquellos que corresponden

	a otros campos; la identificación de conceptos y fenómenos y el reconocimiento de notaciones de uso científico.
Interpretación y aplicación de conceptos	Abarca la interpretación y el uso adecuado de conceptos científicos en la solución de problemas sencillos, que corresponden a situaciones cotidianas donde participa una sola variable; la identificación de variables, relaciones y propiedades; la interpretación de las características de los conceptos y sus implicancias, y la identificación de conclusiones y predicciones.
Solución de problemas	Comprende la delimitación y la representación de situaciones planteadas, la organización y el tratamiento de la información disponible, el reconocimiento de relaciones de causa-efecto y de regularidades que explican una situación; la interpretación y la reorganización de información dada; la selección de información necesaria para resolver un problema; el planteo de hipótesis y estrategias de solución, así como la identificación de su pertinencia.

Estas dos dimensiones se cruzaron en una matriz que sirvió para la elaboración de la prueba. En el cuadro siguiente se muestra la estructura de la prueba según esta matriz.

Cuadro 3.- Distribución de los ítems según los procesos cognitivos y los dominios en la prueba SERCE.

DOMINIO	PROCESOS COGNITIVOS			TOTAL
	Reconocimiento de conceptos	Interpretación y aplicación de conceptos	Solución de problemas	
Seres Vivos y Salud	14	16	6	36 (40 %)
Tierra y Ambiente	5	16	8	29 (32 %)
Materia y Energía	7	12	6	25 (28 %)
Total	26 (29 %)	44 (49 %)	20 (22 %)	90 (100%)

Fuente: Informe Regional, 2008.

El caso de PISA

El Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos de la OCDE (PISA, por su nombre en inglés: Programme for International Student Assessment) se inició a fines de los años 90 como un estudio comparativo, internacional y periódico del rendimiento educativo de los alumnos de 15 años, a partir de la evaluación de ciertas competencias consideradas clave, como son la competencia lectora, la matemática y la científica. Estas competencias son evaluadas cada tres años, desde la primera convocatoria que tuvo lugar en 2000.

Su principal objetivo es generar indicadores de rendimiento educativo; no es propiamente un proyecto o trabajo de investigación en sí, aunque los datos aportados puedan ser de gran interés para los investigadores de la educación. El estudio no está orientado directamente a los centros educativos y a los procesos de enseñanza-aprendizaje, sino a la definición y formulación de políticas educativas de más largo alcance.

Este estudio evalúa a los alumnos de 15 años en su centro educativo; es una edad en la que se hallan próximos a finalizar la escolaridad obligatoria en la mayoría de los países participantes, lo que los convierte en un grupo de edad adecuado para valorar su grado de preparación frente a los desafíos diarios de las sociedades modernas.

La pregunta de partida en el estudio de PISA en Ciencia y Tecnología podría ser: ¿qué competencia en ciencias necesitan adquirir los ciudadanos?

El supuesto básico es que la educación debe proveer a los estudiantes de educación obligatoria de las herramientas necesarias para poder acometer una formación académica más profunda, si éste es su deseo, pero también debe tener como objetivo esencial el conseguir que los adultos de mañana puedan ser capaces de comprender conceptos científicos y aplicar una perspectiva científica a los problemas que se vayan encontrando a lo largo de su vida. Por otra parte, la ciencia no debe ser un objetivo educativo sólo para la élite, sino que la totalidad de la sociedad merece también una buena educación científica (Osborne, 2006).

El concepto de competencia científica que utiliza PISA incluye actitudes y valores, además de conocimientos y destrezas. Así, esta competencia queda definida como: “la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Además, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas sobre la ciencia como un ciudadano reflexivo” (OCDE, 2006).

Para la evaluación de la competencia científica se definen tres dimensiones: a) Los conocimiento y conceptos científicos; b) los procesos científicos; y c) el contexto donde se evalúa.

Cuadro 4.- Descripción de las dimensiones en PISA.

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN
CONOCIMIENTO Y CONCEPTOS CIENTÍFICOS	Se evalúan a través de su empleo en aspectos específicos de la vida real (p.e., cambio atmosférico; transformación de la energía; ecosistemas; estructura y propiedades de la materia).
PROCESOS CIENTÍFICOS (COMPETENCIAS)	P. e., reconocer cuestiones científicas; predecir fenómenos científicos; interpretar las pruebas científicas.
CONTEXTO	Situaciones o contextos en los que se evalúan el conocimiento y los procesos que adoptan la forma de problemas de contenido científico (áreas de aplicación como salud, enfermedad y nutrición; producción y pérdida de suelo; eliminación de residuos).

En esta evaluación se consideran seis niveles de desempeño, que se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.- Niveles de desempeño en competencias científicas en PISA 2009

Nivel de desempeño	Puntaje mínimo	¿Qué pueden hacer los estudiantes en este nivel?	% de estudiantes peruanos en el nivel
6	708	De forma consistente, identifican, explican y aplican su conocimiento científico y su conocimiento sobre la ciencia a una variedad de situaciones complejas de la vida. Relacionan diferentes fuentes de información y explicaciones diferentes, y emplean la evidencia que provienen de esas fuentes para justificar sus decisiones. Clara y consistentemente, demuestran un pensamiento y razonamiento científico avanzado, demuestran voluntad de emplear su comprensión científica para respaldar las soluciones planteadas a situaciones desconocidas en los ámbitos científico y tecnológico. Los estudiantes en este nivel usan su conocimiento científico y desarrollan argumentos que apoyen recomendaciones y decisiones centradas en situaciones personales, sociales o globales.	0,0
5	633	Identifican los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida, aplican conceptos científicos y su conocimiento sobre la ciencia a estas situaciones, y comparan, seleccionan y evalúan la evidencia científica adecuada para responder a situaciones de la vida. Los estudiantes en este nivel usan capacidades de investigación adecuadas, relacionan los conocimientos de forma apropiada y logran visiones críticas a situaciones particulares. Pueden construir explicaciones basadas en la evidencia, y argumentos basados en su propio análisis crítico.	0,2
4	559	Se enfrentan de forma eficaz con situaciones y temas sobre fenómenos explícitos en las que tengan que realizar inferencias sobre el papel de la ciencia o de la	1,8

		tecnología. Seleccionan e integran explicaciones de diferentes dominios de la ciencia o de la tecnología y enlazan dichas explicaciones con aspectos reales de la vida. Los estudiantes en este nivel reflexionan sobre sus acciones y comunican sus decisiones empleando su conocimiento científico y la evidencia.	
3	484	Identifican temas científicos claramente descritos en una variedad de contextos. Seleccionan hechos y conocimientos para explicar fenómenos, y aplican modelos o estrategias de investigación simples. Los estudiantes en este nivel interpretan y emplean conceptos científicos de diferentes dominios y pueden aplicarlos directamente. Elaboran afirmaciones breves utilizando hechos y toman decisiones basadas en conocimiento científico.	8,0
2	409	Ofrecen explicaciones posibles en contextos familiares, o extraen conclusiones basadas en investigaciones simples. Razonan directamente y hacen interpretaciones literales de los resultados de la investigación científica o de problemas tecnológicos.	21,7
1	335	Tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo lo aplican a unas determinadas situaciones familiares. Ofrecen explicaciones científicas que son obvias y que se siguen explícitamente de una evidencia dada.	33,0

Orientaciones actuales en la enseñanza de la ciencia y la tecnología

Las orientaciones actuales en la enseñanza de la ciencia y la tecnología van por el camino de desarrollar el pensamiento científico y las habilidades. En la construcción de las 'grandes' ideas se debe tener en cuenta cómo aprenden los niños. La comprensión genuina y auténtica depende de la participación activa del estudiante. En los últimos 50 años la investigación nos ha mostrado que los niños se forman ideas acerca de los aspectos científicos del mundo que los rodea se les enseñe

o no ciencias, y que algunas de estas ideas no son científicas. La función del profesor es proporcionar a los estudiantes las experiencias, evidencias y la pericia que les permitirán la construcción de ideas científicas. Para comprender las ideas los estudiantes deberán hacer la construcción de éstas a través de su propio razonamiento. El proceso para hacerlo consiste en poner a prueba las ideas existentes haciendo predicciones, analizando e interpretando nueva información para verificar la validez de las predicciones y comunicando los resultados. El entendimiento elaborado con esta actividad depende fundamentalmente de cómo se usa la destreza indagativa – de cómo se hicieron las predicciones, de la evidencia acumulada y de su interpretación. Estas destrezas caracterizan la actividad científica. La relación entre las diferentes maneras de pensar está implícita en la definición de indagación como proceso en que los estudiantes construyen su propia comprensión de los conceptos científicos a través de experiencias directas con materiales, consultando libros, otras fuentes de información y a expertos, y a través de argumentaciones y debates entre ellos. Todo esto se lleva a cabo bajo el liderazgo del profesor de clase (NSF, 1997).

Bajo esta concepción se viene realizando un piloto en Ayacucho por parte de la OEI en convenio con la Dirección Regional de Educación de Ayacucho y con el apoyo de la Academia Nacional de Ciencias de España. Asimismo, la Universidad Peruana Cayetano Heredia está iniciando un proyecto con una muestra representativa de instituciones educativas de Primaria ubicadas en el Departamento de Lima.

Una pequeña encuesta respondida por profesores de ciencia y tecnología de las escuelas públicas señalan que sus principales fortalezas para la enseñanza de la CYT son: a) la creatividad y b) la curiosidad científica; y sus principales debilidades son: a) el poco tiempo asignado en el horario escolar y b) el poco equipamiento de las aulas laboratorio. Respecto a las condiciones favorables de las instituciones educativas son: a) la sala de innovaciones equipada con TIC y b) el buen clima entre los profesores de CTA; y entre las condiciones limitantes señalan: a) poca disposición de los profesores para la experimentación y b) falta de ambientes, equipamiento y servicios adecuados.

El desarrollo de competencias científicas y tecnológicas en la Educación Básica de los peruanos es cada vez más una exigencia impostergable que hay que abordar con seriedad y realismo. La manera de hacerlo es integral, es decir, mejorando lo que hay que mejorar en el currículo,

poniendo en práctica las estrategias didácticas que traten al estudiante como persona protagónica y en proceso de desarrollo en diversos contextos geosocioculturales, proviendo los materiales indispensables como una biblioteca básica y conectividad virtual, formando y capacitando a los maestros no sólo bajo las orientaciones de una propuesta pedagógica sino también profundizando su cultura científica y tecnológica y en función de las realidades diversas donde laboran, asignando los recursos económicos suficientes que permitan contar con los servicios básicos de agua, desagüe y electricidad, aulas acondicionadas para la enseñanza de la CYT y otros medios necesarios para aprovechar las características del entorno, definiendo con claridad los estándares o logros de aprendizaje esperado según los grados de escolaridad y nivel de desarrollo de nuestros estudiantes, profesionalizando la gestión de las instituciones educativas para que actúen con eficacia en el marco de la autonomía que le concede la ley y realizando, además de mediciones de resultados, investigaciones pedagógicas que fundamenten científicamente los cambios que hay que hacer periódicamente para que mejoren significativa y sustantivamente los aprendizajes de nuestros estudiantes en cuanto al dominio de estas competencias.

"Aún falta muchísimo por conocer, y lo que más debe admirar, falta mucho que saber para usar bien de lo conocido".

José Celestino Mutis, 1732-1808, sacerdote, botánico, matemático y docente.

Lima, 19 de octubre de 2011.