



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

NORMAS IRAM ISO 9001 Y UTILIZACIÓN DE INDICADORES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

BENAVENTE, N; CUESTA, A.

NORMAS IRAM ISO 9001 Y UTILIZACIÓN DE INDICADORES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Benavente Fager, María Natacha; Cuesta, Adriana de Carmen

Laboratorio de Innovación Educativa en Física, Departamento de Física
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan; Colegio San Pablo.

natachabenavente@gmail.com; adricuesta@unsj.edu.ar

RESUMEN

La educación supone un proceso y, como tal, es susceptible de ser evaluado. El uso de indicadores de calidad, dentro del marco de las Normas IRAM ISO 9001, permite diseñar instrumentos de observación y monitoreo de un sistema a efectos de verificar el logro de los objetivos propuestos, las tendencias de evolución, y en definitiva, permite realizar los ajustes necesarios para promover la mejora continua del proceso.

En nuestro caso particular el sistema en estudio es el proceso de enseñanza - aprendizaje de la física en el Colegio San Pablo, escuela secundaria de gestión privada de San Juan, que certificó las Normas IRAM ISO 9001 en el año 2004 y hasta la actualidad.

En nuestro Colegio, la evaluación del proceso de enseñanza – aprendizaje, focaliza su mirada en el logro de capacidades específicas de cada área del conocimiento.

En el área Física se definieron aquellas capacidades sobre las cuales se realizaría un seguimiento exhaustivo, año a año, para analizar la evolución en el logro de las mismas. Con base en lo anterior, se definieron los siguientes indicadores de calidad sujetos a registro y seguimiento:

- Utilización de vectores como una herramienta para elaborar conocimientos en Física.
- Utilización de diferentes unidades de las magnitudes en estudio, aplicando equivalencias y notación científica en los valores de las correspondientes cantidades.

El seguimiento histórico de un indicador en la misma muestra de alumnos permite analizar la evolución del mismo, evaluar si se alcanzan las metas propuestas para cada año y plantear acciones de mejora en caso de requerirse.

El uso de indicadores de calidad permite realizar una mirada crítica respecto del proceso de enseñanza como tal, analizando no sólo los resultados obtenidos al final del mismo, sino reflexionando y haciendo los ajustes necesarios del proceso en sí. Lo que conduce, en definitiva, a una mejora en la calidad del proceso de enseñanza – aprendizaje.

El uso de indicadores y la aplicación de un sistema de gestión de la calidad le permite al docente llevar a cabo un proceso en donde los estudiantes desarrollan capacidades cognitivas que serán, luego, transferibles a su futura experiencia universitaria.

1. Introducción

1.1. ¿Qué es IRAM?

IRAM es el Instituto Argentino de Normalización y Certificación, una asociación civil sin fines de lucro, no gubernamental, de utilidad pública. Ha sido reconocida por la legislación nacional como el organismo nacional para las actividades de normalización y certificación. Representa a Argentina ante organismos internacionales de normalización, estos son:

- ISO, International Organization for Standardization
- IEC, International Electrotechnical Commission
- AMN, Asociación de Normalización del Mercosur
- COPANT, Comisión Panamericana de Normas Técnicas

En el campo de la certificación, IRAM forma parte de redes internacionales:

- IQNET, International Certification Network.
- IECEE, Worldwide System for Conformity Testing and Certification of Electrotechnical Equipment and Components.

1.2. ¿Qué es un sistema de gestión?

Es un conjunto de actividades y procesos interrelacionados para establecer la política y objetivos de una organización, y las acciones o ajustes a efectos de lograr esos objetivos.

Toda organización debe analizar sus procesos y determinar cuáles pueden afectar o producir un impacto significativo sobre la satisfacción de los clientes. Es decir, toda organización debe definir aquellos procesos que conformarán su sistema de gestión de calidad. La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de la Norma Internacional ISO 9001.

La organización debe, entre otros:

- determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización,
- determinar la secuencia e interacción de estos procesos,
- determinar los criterios y los métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces,
- asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos,
- realizar el seguimiento, la medición cuando sea aplicable y el análisis de estos procesos,
- implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

1.3. ¿Cómo ISO define calidad? ¿Qué son los “indicadores de calidad”?

Según el modelo de la norma ISO 9000, la **calidad** es el “grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, entendiéndose por **requisito** “necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria”.

A partir de esta definición, **la norma ISO 9001** propone un enfoque de la gestión de la calidad basada en un sistema conformado por múltiples elementos, interrelacionados entre sí y cuya gestión de manera definida, estructurada y documentada, debe permitir lograr un nivel de calidad que alcance la satisfacción del cliente, objetivo final de este modelo.

Los indicadores son herramientas utilizadas para monitorear y ajustar las acciones que un determinado sistema o proceso emprende para alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Un sistema de evaluación es una pieza clave dentro del sistema de gestión de la calidad, pues permite determinar en qué grado se está cumpliendo con las orientaciones, objetivos, políticas, requisitos y metas establecidos por el sistema.

La definición de los mecanismos de control se transforma en un elemento clave dentro del sistema y supone la identificación de una serie de variables, para las cuales previamente se debe establecer un conjunto de valores a alcanzar. Este conjunto de variables constituyen los indicadores de gestión del sistema bajo control.

Se puede por tanto definir el término “indicador” como los instrumentos de monitorización y observación de un sistema, construidos a partir de la evaluación y relación de variables del sistema. La medición de estas variables y su posterior comparación con los valores meta establecidos permitirá determinar el logro de los objetivos del sistema de gestión de la calidad, así como su tendencia de evolución.

1.4. ¿Qué normas certificó el Colegio San Pablo?

El Colegio San Pablo, escuela de gestión privada de la provincia de San Juan, ha certificado en el año 2004 y hasta la actualidad:

- La gestión educativa en todos sus niveles: inicial, primario y secundario.
- El Programa de filosofía para niños (PROFIEN).
- Instituto de Inglés.

La asignatura Física se enseña en el nivel Secundario y por tanto nos compete la responsabilidad de garantizar la calidad de enseñanza en esta área en particular.

Por ello, fue preciso identificar qué procesos son necesarios controlar y por qué, y cuáles son los parámetros a recopilar y analizar que reflejarán el estado del proceso.

2. Metodología

Para la certificación de normas ISO 9001 en el Colegio San Pablo, cada asignatura debe formular los indicadores de calidad más representativos de la misma, con el fin de medir la evolución de los alumnos en el logro de ciertas capacidades.

En este contexto, para el área física, se acordaron entre las docentes de las asignaturas involucradas, indicadores por año. Los mismos se elaboraron en función de capacidades procedimentales de base necesarias para lograr el aprendizaje de la física, a lo largo de todos los años de su estudio tanto en ciclo básico como orientado de la educación secundaria. Además, cada docente puede definir otros indicadores particulares para cada año, que considere pertinentes para la medición del logro de los alumnos en determinadas capacidades.

En la siguiente tabla se detallan los indicadores propuestos para el área física, en todos los años en los que se dicta la asignatura, para el año 2013. (Tabla 1)

Curso	Materia	Indicador procedimental	Meta inferior	Meta superior
2° año. Ciclo básico	Físico-Química	<p>Indicador 1: <i>Obtención de información e identificación de los elementos químicos en la tabla periódica</i> Que entre el 60% y el 65% de los alumnos logre realizar satisfactoriamente (resolución correcta del 60%) los ejercicios teórico-prácticos que oportunamente se le presenten.</p>	60 %	65%
		<p>Indicador 2: <i>Utilización de diferentes unidades de las magnitudes en estudio, aplicando equivalencias (múltiplos y submúltiplos) y notación científica en los valores de las correspondientes cantidades.</i> Que entre el 60 y el 65% de los alumnos logre una utilización correcta (en el 60% de los casos) de las unidades de cada magnitud, su determinación en múltiplos y submúltiplos y su correspondiente notación científica.</p>	60 %	65 %
3° año. Ciclo básico	Tecnología (Física)	<p>Indicador 1: <i>Utilización de diferentes unidades de las magnitudes en estudio, aplicando equivalencias (múltiplos y submúltiplos) y notación científica en los valores de las correspondientes cantidades.</i> Que entre el 65 y el 70% de los alumnos logre una utilización correcta (en el 60% de los casos) de las unidades de cada magnitud, su determinación en múltiplos y submúltiplos y su</p>	65 %	70%

Curso	Materia	Indicador procedimental	Meta inferior	Meta superior
		correspondiente notación científica.		
		Indicador 2: Utilización de vectores como herramienta para elaborar conocimientos en Física. Que entre el 55% y el 60% de los alumnos logre una utilización correcta de la matemática vectorial en el 60% de los ejercicios planteados en diversas evaluaciones.	55 %	60%
4° año - Ciclo Orientado en Ciencias Naturales	Física I	Indicador 1: Utilización de diferentes unidades de las magnitudes en estudio, aplicando equivalencias (múltiplos y submúltiplos) y notación científica en los valores de las correspondientes cantidades. Que entre el 65 y el 70% de los alumnos logre una utilización correcta (en el 70% de los casos) de las unidades de cada magnitud, su determinación en múltiplos y submúltiplos y su correspondiente notación científica.	65 %	70%
		Indicador 2: Utilización de vectores como herramienta para elaborar conocimientos en Física. Que entre el 60% y el 65 % de los alumnos logre una utilización correcta de la matemática vectorial en el 60% de los ejercicios planteados en diversas evaluaciones	60 %	65%
		Indicador 3: Resolver situaciones problemáticas sobre el tema Movimiento Circular Uniforme. Que entre el 65% y el 70% de los alumnos logre resolver el 60% de los problemas referidos a Movimiento Circular Uniforme en una instancia de evaluación de unidad referida al tema.	65%	70%
5° año - Ciclo Orientado en Ciencias Naturales	Física II	Indicador 1: Utilización de diferentes unidades de las magnitudes en estudio, aplicando equivalencias (múltiplos y submúltiplos) y notación científica en los valores de las correspondientes cantidades. Que entre el 70 y el 75% de los alumnos logre una utilización correcta (en el 70% de los casos) de las unidades de cada magnitud, su determinación en múltiplos y submúltiplos y su correspondiente notación científica.	70 %	75%
		Indicador 2: Utilización de vectores como herramienta para elaborar conocimientos en Física. Que entre el 65% y el 70% de los alumnos logre una utilización correcta de la matemática vectorial en el 60% de los ejercicios planteados en diversas evaluaciones.	65 %	70 %
6° año - Ciclo Orientado	Física Aplicada	Indicador 1: Utilización de diferentes unidades de las magnitudes en estudio, aplicando		

Curso	Materia	Indicador procedimental	Meta inferior	Meta superior
en Ciencias Naturales		equivalencias (múltiplos y submúltiplos) y notación científica en los valores de las correspondientes cantidades. Que entre el 70 (2014: 75%) y el 75% (80%) de los alumnos logre una utilización correcta (en el 70% de los casos) de las unidades de cada magnitud, su determinación en múltiplos y submúltiplos y su correspondiente notación científica.	75 %	80%
		Indicador 2: Determinación experimental del calor específico de un cuerpo aplicando los conceptos de calor, temperatura y conservación de la energía. Que entre el 65% y el 70% de los alumnos logre realizar satisfactoriamente (resolución correcta del 70%) los ejercicios teórico-prácticos referidos a calor y temperatura, que oportunamente se les presenten.	65%	70%

Tabla 1: Listado de indicadores por curso y por asignatura.

Los indicadores arriba detallados surgen de un análisis profundo sobre qué habilidades y sus contenidos asociados son relevantes para lograr el aprendizaje de la física.

Uno de nuestros indicadores, comunes a todos los años donde se enseña física, implica comprender el análisis dimensional de cualquier magnitud física que se esté estudiando a través del uso correcto de sus unidades.

El otro de los indicadores generales permite verificar la comprensión de las magnitudes vectoriales en estudio a través de la correcta utilización de la matemática vectorial.

2.1. ¿Cómo se trabajó en el aula?

En función de los indicadores propuestos, para cada año se plantean actividades que apunten al logro de los mismos. Esto es: actividades específicas en las que los alumnos deban ejercitar la capacidad asociada al indicador, seleccionando las estrategias adecuadas para su mejor comprensión. Por ejemplo: lectura de textos, resolución de ejercicios, simulaciones, videos, prácticas de laboratorio, etc.

Analizando específicamente el indicador N° 1, en general, a comienzo de año se realizan guías de trabajo, lectura de textos y resolución de ejercicios específicos sobre unidades, múltiplos, submúltiplos y uso de notación científica para las diferentes magnitudes. Luego, en cada trabajo práctico y/o evaluación de cualquier tema de la materia, se incluyen ejercicios donde deban trabajar con esa capacidad procedimental. De esta manera, los alumnos ejercitan la capacidad de proceso planteada en el indicador, mientras trabajan con otras capacidades específicas de la materia.

2.2. ¿Cómo medimos el logro?

La medición del logro de cada capacidad supone contabilizar la cantidad de alumnos que han resuelto correctamente el porcentaje de ejercicios expresado en el indicador correspondiente. El logro de un indicador se evalúa mediante diversos instrumentos, pueden utilizarse pruebas de unidad, trabajos prácticos, informes de laboratorio, etc.

En general, la evaluación de cada indicador puede hacerse en varias oportunidades a lo largo del año. Luego, cada docente, en función de todos los factores que influyeron en la evaluación, define cuál registro es el más representativo del logro de la correspondiente capacidad por parte del grupo de alumnos evaluados.

Una vez contabilizada la cantidad de alumnos que logran las metas planteadas, se elabora un informe en el que se especifica: indicador evaluado, meta inferior, meta superior, logro, causas, acciones de mejora y nombre de los alumnos que no alcanzan la meta.

2.3. Revisión del proceso de enseñanza – aprendizaje.

En los casos en los que el logro de los alumnos es inferior a la meta planteada, se analizan los factores que influyeron en este resultado, revisando todos los aspectos que creemos que puedan haber afectado al proceso de enseñanza - aprendizaje. Por ejemplo: pocos días de clases asignados a la capacidad evaluada, (por causas externas: feriados, jornadas, actos, etc. o causas internas: planificación inadecuada de los tiempos que el grupo necesita), bajo rendimiento del grupo, poco nivel de compromiso de los alumnos con la materia, carencias en contenidos previos necesarios (de otras materias o de la misma), situaciones imprevistas (como cambio de docentes por enfermedad), etc.

Este análisis conduce a la revisión de la planificación de actividades y planteo de acciones de mejora para el próximo año. Estas acciones de mejora pueden plantearse en forma interna para la asignatura, para el área física de toda la escuela o bien para otras asignaturas relacionadas, respecto de las cuales surja alguna necesidad de apoyo (por ejemplo, matemática).

En los casos en los que el logro de los alumnos supera ampliamente las metas superiores propuestas, también se hace un análisis de la situación. Puede que la capacidad evaluada sea una capacidad aprendida y superada por los alumnos, en cuyo caso se continuará profundizando en las actividades propuestas que hayan dado esos buenos resultados. Así mismo, podrá cambiarse la capacidad ampliamente lograda y su indicador asociado, por otra que demande mayor análisis y reflexión.

A modo de ejemplo, a continuación se muestra un informe cuali-cuantitativo de dos de los indicadores de calidad registrados en el año 2013. (Tabla 2)

Informe de indicadores de Física 2013				
<i>Indicador: Utilización de diferentes unidades de las magnitudes en estudio, aplicando equivalencias (múltiplos y submúltiplos) y notación científica en los valores de las correspondientes cantidades.</i>				
Curso	Meta inferior	Meta superior	% mínimo de ejercicios correctos	Logro 2013
2°	60 %	65 %	60 %	49 %
3°	65 %	70 %	60 %	68 %
4°	65 %	70 %	70 %	79 %
5°	70 %	75 %	70 %	69 %
6°	75 %	80 %	70 %	73 %

El análisis de logros refleja que a partir de 3° año los alumnos alcanzan o están cerca de alcanzar la meta propuesta dentro de los límites previstos.

Sin embargo, no se logran los objetivos establecidos para este indicador en 2° año. Esto puede explicarse desde dos puntos de vista: primero, el curso en cuestión tiene un rendimiento académico regular; segundo, es la primera vez que los alumnos trabajan esta capacidad y no

han logrado su aprendizaje en el presente ciclo. Los alumnos de 3° a 6° año han trabajado en años previos sobre la capacidad mencionada, por lo tanto es esperable que sus niveles de logro sean más satisfactorios.

Indicador: Utilización de vectores como herramienta para elaborar conocimientos en Física.

Curso	Meta inferior	Meta superior	% de ejercicios correctos	Logro 2013
3°	55 %	60 %	60 %	87 %
4°	60 %	65 %	60 %	21 %
5°	65 %	70 %	60 %	62 %

El análisis de los niveles de logro refleja que:

En 3° año el límite superior se supera ampliamente, sin embargo, cabe aclarar que la evaluación fue menos exigente que en años previos, pues no fue realizada por la profesora titular de la materia.

En 4° año los alumnos no alcanzan la meta propuesta dentro de los límites previstos. Esto se debe a que el contenido vectores, correspondiente al área matemática, no se ha desarrollado en el presente año. Es determinante que este contenido sea dictado en 3° año, o en su defecto, en el primer trimestre de 4° año, pues impide el aprendizaje de los contenidos de física que utilizan esta herramienta.

En 5° año los alumnos están cerca de alcanzar la meta propuesta dentro de los límites previstos. Dada la dificultad de este contenido y la ausencia de la apoyatura matemática antes expresada, es que se considera satisfactorio este resultado.

Tabla 2: Informe de indicadores año 2013.

2.4. Registro de indicadores año a año.

Este registro de indicadores en los diferentes ciclos lectivos nos permite realizar una comparación y un análisis de la evolución de un mismo grupo de alumnos a lo largo de su tránsito por la escuela secundaria, en el aprendizaje de determinadas capacidades.

Desde que en el Colegio San Pablo se certificaron las normas ISO 9001 a partir del año 2004, para el área física se han planteado indicadores que han sido objeto de análisis y reformulación cuando fue necesario.

A partir del año 2012 se acordaron dos tipos de indicadores:

- Los particulares de cada materia: en función de los contenidos que se desarrollan en cada asignatura del área física, existen indicadores relacionados con contenidos que son propios de cada curso. Por ejemplo: para la asignatura Física I el Indicador 3: Resolver situaciones problemáticas sobre el tema Movimiento Circular Uniforme.
 - Los que se analizan en todos los años de cursado de la materia: son un grupo de indicadores semejantes para todos los cursos. En ellos, se plantean variaciones en las metas y porcentajes de ejercicios que deben resolver correctamente, que van en aumento a medida que los alumnos transitan de 2° a 6° año. Esos mismos se han aplicado desde el año 2012, y se espera seguir aplicándolos en el futuro, para analizar la evolución de cada grupo de alumnos en el aprendizaje de esas capacidades, a lo largo de su cursado de la escuela secundaria. Un registro de la evolución de los grupos entre el año 2012 y el 2013, puede observarse en la siguiente tabla. (Tabla 3). En la misma, pueden identificarse los indicadores del primer tipo con un (1) y los del segundo tipo con (2).

Indicador					
Año					
<i>Utilización de diferentes unidades de las magnitudes en estudio, aplicando equivalencias (múltiplos y submúltiplos) y notación científica en los valores de las correspondientes cantidades. (2)</i>	Meta inferior	Meta superior	% mínimo de ejercicios correctos	Logro 2012	Logro 2013
2° año	60 %	65 %	60 %	71 %	43 %
3° año	65 %	70 %	60 %	67 %	68 %
4° año	65 %	70 %	70 %	92 %	79 %
5° año	70 %	75 %	70 %	75 %	69 %
6° año	75 %	80 %	70 %	77 %	73 %
<i>Utilización de vectores como herramienta para elaborar conocimientos en Física. (2)</i>	Meta inferior	Meta superior	% mínimo de ejercicios correctos	Logro 2012	Logro 2013
3° año	55 %	60 %	60 %	53 %	87 %
4° año	60 %	65 %	60 %	31 %	21 %
5° año	65 %	70 %	60 %	73 %	62 %
<i>Resolución de situaciones problemáticas sobre movimiento circular (1)</i>	Meta inferior	Meta superior	% mínimo de ejercicios correctos	Logro 2012	Logro 2013
4° año	65 %	70 %	60 %	77 %	43 %
<i>Determinación exp. del calor específico (1)</i>	Rango inferior	Meta superior	% mínimo de ejercicios correctos	Logro 2012	Logro 2013
6° año	65 %	70 %	70 %	92 %	93 %

Tabla 3: registro de indicadores por curso, para los años 2012 y 2013.

3. Conclusiones

Podemos decir que el hecho de explicitar las capacidades que se medirán a través de los indicadores de calidad, implica realizar un análisis profundo de qué habilidades y contenidos asociados son relevantes para lograr el aprendizaje de la física.

El registro de indicadores conduce a realizar un análisis pormenorizado de los logros de los alumnos año a año. Esto lleva a reflexionar acerca de las causas por las cuales no se logran las metas planteadas, a una reformulación de las actividades propuestas y a formular acciones de mejora.

El seguimiento histórico de un indicador en la misma muestra de alumnos permite analizar la evolución de cada uno en el aprendizaje de determinada capacidad. Por ese motivo, se mantendrán los mismos indicadores para los próximos años, realizando los cambios necesarios en las actividades propuestas, y planteando acciones de mejora, en caso de requerirse.

Consideramos que el uso de indicadores de calidad permite analizar críticamente el proceso de enseñanza – aprendizaje, reflexionando sobre los resultados obtenidos y haciendo los ajustes necesarios del proceso.

Creemos que esta reflexión permanente sobre la propia práctica docente tiene como consecuencia necesaria la mejora en la calidad del proceso de enseñanza – aprendizaje. Entendemos que una educación de calidad es aquella cuyas características hacen posible satisfacer las necesidades de formación, o necesidades básicas de aprendizaje, que se plantea la sociedad.

4. Fuentes

- ISO 9001. NORMA INTERNACIONAL. (2008). **Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos**. Suiza.
- KENNETH DELGADO, S. G. (1996). **Evaluación y Calidad de la Educación. Nuevos aportes, procesos y resultados**. 1° Edición. Colombia. Cooperativa Editorial Magisterio.