

El índice de autodesarrollo doctoral para evaluar la gestión de la formación de doctores en ciencias

Index of doctoral self-development to evaluate the training management of doctors in sciences

Dra.C. Isabel Alonso-Berenguer

ialonso@uo.edu.cu

Dr.C. Alexander Gorina-Sánchez

gorina@uo.edu.cu

Dra.C. Silvia Sofía Cruz-Baranda

silvia@uo.edu.cu

MSc. Erislandy Omar-Martínez

eomar@uo.edu.cu

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

El doctorado en ciencias presupone la más alta formación académica y garantiza disponer de recursos humanos de primer nivel, de ahí la necesidad de monitorearlos sistemáticamente. El objetivo del trabajo fue la elaboración de un índice para medir el autodesarrollo doctoral en áreas académicas, como base para evaluar los resultados de su correspondiente gestión formativa. Para su elaboración se concibió una metodología mixta que integró métodos cualitativos y cuantitativos. Como resultado se obtuvo el índice de autodesarrollo doctoral (IAD), que posibilita medir los principales resultados de la gestión de la formación de doctores en ciencias en áreas académicas. Se concluyó que la utilización del índice propuesto brinda a las universidades una herramienta novedosa para monitorear sistemáticamente la formación doctoral en sus áreas.

Palabras clave: ciencia, evaluación, indicadores, posgrado, técnica, universidad.

Abstract

The doctorate in science presupposes the highest level of academic training and guarantees first level human resources, hence the need to systematically monitor them. The objective of the study was to develop an index to measure doctoral self-development in academic areas, as a basis for evaluating the results of its corresponding training management. For its elaboration a mixed methodology was conceived that integrated qualitative and quantitative methods. As a result, it obtained the doctoral self-development index (DSI), which makes it possible to measure the main results of the management of the training of doctors in science in academic areas. It was concluded that the use of the proposed index provides universities with a novel tool to systematically monitor doctoral training in their areas.

Keywords: science, evaluation, indicators, postgraduate, technique, university.

Introducción

La formación de doctores en ciencias se ha convertido a nivel mundial en una de las principales bases para la investigación de alta calidad. Ello, a su vez, ha estado propiciando la consolidación de grupos de investigación multidisciplinarios; los cuales, en la misma medida que han aumentado su capacidad para movilizar recursos financieros que soporten económicamente sus investigaciones, han incrementado sustancialmente la producción y publicación de artículos científicos en revistas de corriente principal, indexadas en las principales bases de datos de prestigio internacional.

Los doctorados en ciencias presuponen el más alto nivel de formación académica y constituyen la médula del caudal de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación. La participación en los procesos de doctorado capacita a los recursos humanos para implementar complejos proyectos de investigación, ejercer un liderazgo intelectual capaz de irradiar conocimientos en situaciones concretas y responder de manera óptima a las demandas más apremiantes de la práctica social humana. De ahí la importancia de la formación doctoral para el desarrollo de un país, pues indudablemente esa masa de científicos altamente calificados es una de las convocadas a impulsar el desarrollo, por la urgencia cada vez mayor de poner los adelantos de la ciencia a disposición del desarrollo social y la vida cotidiana de los pueblos (Hernández, *et al.*, 2009).

De tal manera, el capital humano es el elemento central de la relación entre la ciencia, la competitividad y el desarrollo. Este es el punto de partida para el crecimiento, la equidad y el progreso, dentro de una clara concepción de que una formación de alto nivel potencia la producción y socialización del conocimiento, así como la generación de ventajas permanentes para un desarrollo sostenible (Jaramillo, *et al.*, 2010).

Lo anterior sirve de sustento a la misión de las universidades, las que tienen que promover y gestionar la formación de su capital humano, así como difundir el desarrollo de sus investigaciones; asumiendo como precepto que el conocimiento que se produzca se revertirá en toda la comunidad, ofreciendo oportunidades y desafiando problemáticas locales, territoriales, nacionales e internacionales. Todo ello con el convencimiento de que un camino directo a la excelencia universitaria es justamente la formación de alto

nivel científico de sus profesores y sus estudiantes, tanto de pregrado como de posgrado (Figueroa, Alonso y Pérez, 2017).

En el caso de Cuba, país donde se desarrolló la presente investigación, la excelencia universitaria tiene como uno de sus indicadores fundamentales la cantidad de doctores en ciencias de determinada especialidad que conforman la comunidad académica (JAN, 2014). Esto se debe a que la obtención de este grado científico acredita la capacidad para enriquecer una rama de la ciencia, mediante aportes teóricos y prácticos que hayan sido introducidos en la práctica social, o que demuestren potencialidades para ser introducidos y generalizados, sobre la base de una profunda argumentación y dominio del objeto de investigación (CNGC, 2005).

Consecuentemente, en los últimos años las universidades cubanas han asignado especial importancia a la gestión de la formación de doctores en ciencias en diversas especialidades (JAN, 2014). Esta gestión se ha llevado a cabo en correspondencia con la complejidad de esta actividad y cumpliendo con las exigencias de rigor científico, propiciando en los aspirantes a doctores el reforzamiento de sus competencias investigativas y la consolidación de su trayectoria científica (Hernández, *et al.*, 2009).

La búsqueda de un adecuado planteamiento estratégico para gestionar este proceso formativo ha generado la necesidad de formular planes de acción que tengan en cuenta los recursos, las capacidades y la dinámica del contexto, además del establecimiento de tareas específicas, derivadas de los objetivos generales, que contemplen las especificidades propias del mismo.

Así, dado el dinamismo que caracteriza al entorno universitario, ha sido necesario coordinar las metas de la gestión de la formación de doctores en ciencias con los resultados esperados. Esto ha permitido destacar el valor del aprendizaje organizacional como elemento fundamental de la gestión, en función de una adecuada capacidad de respuesta y articulación coherente de todos los factores que inciden en el alcance de las citadas metas. De aquí que en la generalidad de las universidades se hayan diseñado e implementado estrategias que persiguen transformar los escenarios donde se desarrollan los procesos de formación de doctores en ciencias, contemplando el análisis y la valoración de condiciones y requerimientos específicos (Cruz, 2015).

Como parte de esos esfuerzos las universidades han desplegado un conjunto de acciones gestoras, encaminadas a la consolidación de su capital humano, con énfasis en la formación científica de aquellos profesores con potencialidades para obtener el grado de doctores en ciencias de determinada especialidad. Ello, una vez culminada la importante etapa de maduración científica y de obtención de resultados de investigación que les permitan acceder a ese título científico, en aras de elevar los resultados institucionales, a partir de la definición de aspectos esenciales que conducen al cambio y favorecen la toma de decisiones.

Debe reconocerse que el estado ideal de los departamentos docentes, facultades y centros de estudio de las universidades, es aquel donde todos sus profesores son doctores en ciencias de determinada especialidad y tutores de aspirantes de doctorado de otras instituciones. En este supuesto estado se dispone de un mayor potencial para incrementar los resultados científico-técnicos y reproducir la cultura científica de excelencia en sectores priorizados de la sociedad.

Otro aspecto relevante a tener en cuenta por las universidades durante el proceso de formación de doctores en ciencias de determinada especialidad está relacionado con los medios de predicción para estimar su futuro comportamiento y principales resultados. En tal sentido se considera necesaria la evaluación sistemática de este proceso, a través de un diagnóstico riguroso que aporte información confiable para elaborar estrategias de mejoras continuas en la calidad formativa e investigativa de los aspirantes de doctorado (Muñiz y Fonseca, 2008).

Para realizar esta evaluación es conveniente utilizar indicadores que permitan cuantificar y medir la calidad del esfuerzo realizado en la gestión de la formación de doctores, pues a través de estos indicadores se puede conocer de forma objetiva el nivel de cumplimiento de una actividad o un evento dado (García, *et al.*, 2003). Su importancia radica en la creación y empleo de medidas estándares que permiten una mejor comparación y comprensión de los resultados de esta gestión.

El uso de estos indicadores ayudan a promover la sistematización del método científico, al alertar sobre debilidades de la planeación estratégica en cada institución o país, posibilitando identificar las mejores prácticas y la generación de nuevas políticas universitarias (López, 2011). Además, posibilita llevar registros históricos para estudiar

la evolución de esta gestión y los resultados en todos sus componentes, favoreciendo la supervisión, control y retroalimentación, como una forma de rendir cuentas y de transparentar dicha actividad ante los grupos de interés.

Sobre la base de los aspectos anteriores, el objetivo de la presente investigación fue la elaboración de un índice de autodesarrollo doctoral (IAD) que pudiese ser utilizado para monitorear sistemáticamente los resultados alcanzados en la gestión de la formación de doctores en ciencias de determinada especialidad, en las diferentes áreas académicas de las universidades.

Se consideró que entre los requisitos que debe cumplir el IAD debe sobresalir, en primer lugar, la posibilidad de medir el autodesarrollo doctoral, tanto a nivel de un departamento docente, como de una facultad, un Centro de Estudios, un Centro Universitario Municipal (CUM), una Entidad de Ciencia Tecnología e Innovación (ECTI), una universidad (CES), o bien, un conjunto de universidades. En segundo lugar, que el IAD pueda servir para comparar o evaluar el resultado de la gestión de la formación de doctores en diversos periodos de tiempo en diferentes áreas académicas, favoreciendo la proyección del crecimiento del potencial científico, en un sostenido empeño por avanzar hacia la excelencia universitaria.

Consecuentemente, el IAD se concibió como un indicador cuantitativo que posibilita evaluar, a partir de un conjunto de variables, diversos escenarios relacionados con el resultado de la gestión de la formación de doctores de determinada especialidad en un área universitaria específica, teniendo como base la actividad de sus profesores.

Metodología

En el marco de la presente investigación los índices son comprendidos como medidas sintéticas o representaciones numéricas normalizadas, que se obtienen a partir de un procedimiento de cuantificación estándar de alguna dimensión conceptual de la realidad, tomando como referencia la medición integrada de indicadores o variables y que suele ser empleado para comparar o evaluar los estados de la materia o procesos, bajo diferentes fuentes de variación (periodos de tiempo, estratos, etcétera).

Consecuentemente, el IAD fue concebido como una medida numérica sintética, determinada a partir de un procedimiento normalizado de cuantificación del desempeño

de los profesores en cualquier área académica universitaria. Para ello se tomó como referencia la medición de un conjunto de variables que se definieron de forma tal que fueran representativas de los principales escenarios resultantes a partir de la gestión del autodesarrollo doctoral en diferentes áreas académicas universitarias, teniendo en cuenta el nivel de contribución de sus recursos humanos.

Estas variables están relacionadas con diversos criterios, como la cantidad de doctores en ciencias de determinada especialidad en los departamentos que son profesores a tiempo completo y su desempeño como tutores o formadores de otros doctores, la cantidad de aspirantes, la proyección para ser aspirantes y aquellos profesores que no son doctores en ciencias, ni están en la proyección para serlo. Para la comprensión precisa del significado de cada una de las variables, fue necesaria la definición de algunos conceptos fundamentales:

- **Aspirante a doctor (aspirante).** Es el profesor o investigador que tiene legalizado su tema de investigación en el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y la Comisión de Grados Científicos (CGC), encontrándose en proceso de formación.
- **Aspirante interno.** Aspirante a doctor en determinada especialidad, que es profesor o investigador a tiempo completo y plantilla del departamento, centro de estudio, CUM, facultad, ECTI o CES. Cuando se estudia el IAD de un departamento docente, se debe tener en cuenta que se considera aspirante interno a todo profesor a tiempo completo de ese departamento que es aspirante de doctorado. Un profesor que pertenezca a otro departamento, aunque sea de la misma facultad, no es aspirante interno de ese departamento. Lo mismo ocurre cuando se trata de una facultad, centro de estudio, CUM o ECTI. En el caso de un CES, todos los aspirantes de la institución son aspirantes internos, independientemente del área a la que pertenezcan.
- **Aspirante externo.** Aspirante a doctor en determinada especialidad que no es profesor o investigador a tiempo completo (plantilla) del área académica objeto de análisis. O sea, no es aspirante interno para dicha área.
- **Nivel 1 de la formación doctoral.** Aspirante de doctorado que está en la etapa final de su investigación y tiene cumplidos los siguientes requisitos para la

defensa de la tesis: atestaciones, examen de problemas sociales de la ciencia y la tecnología, examen de idioma extranjero, examen de la especialidad, dos artículos publicados o aceptados para su publicación.

- **Nivel 2 de la formación doctoral.** Aspirante de doctorado que no cumple todos los requisitos, anteriormente precisados, para la defensa de la tesis.
- **Nivel 3 de la formación doctoral.** Profesor que ya ha proyectado su formación doctoral y está preparando las condiciones para legalizar un tema de investigación doctoral.

Tomando en consideración estos criterios fueron identificadas y definidas ocho variables, cuya simbología y significado se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Variables definidas para la determinación del índice de autodesarrollo doctoral

Variables	Simbología	Significado
Variable 1	DTAI	Total de doctores en ciencias que son tutores de aspirantes internos.
Variable 2	DTAE	Total de doctores en ciencias que son tutores de aspirantes externos.
Variable 3	DNT	Total de doctores en ciencias que no son tutores.
Variable 4	AN1	Total de aspirantes en el nivel 1 de la formación doctoral.
Variable 5	AN2	Total de aspirantes en el nivel 2 de la formación doctoral.
Variable 6	PAN3	Total de profesores en el nivel 3 de la formación doctoral.
Variable 7	PSP	Total de profesores sin proyección doctoral.
Variable 8	TP	Plantilla total de profesores.

Una vez definidas las variables que intervienen en el cálculo del IAD, se concibió la siguiente metodología para su construcción:

1. Seleccionar el conjunto de expertos a ser consultados

Se realizó una selección preliminar que incluyó 30 posibles expertos de la Universidad de Oriente, Cuba, con experiencia en la formación de doctores en ciencias y con resultados relevantes en el área de ciencia y técnica. Se aplicó la metodología propuesta por Gorina (2010) para la determinación de sus *coeficientes de competencia* (K) sobre el tema investigado, a partir de calcular sus correspondientes *coeficientes de conocimiento* (Kc) y *coeficientes de argumentación* (Ka). Para la selección final del conjunto de expertos que serían consultados sobre el tema investigado se utilizó como criterio discriminante un coeficiente de competencia alto, o sea, que este coeficiente perteneciera al intervalo: $0,8 < K < 1,0$.

2. Estimar los pesos de contribución de las variables al IAD

Se utilizó un sistema de indicadores para poder establecer los diferentes niveles de contribución de cada una de las siete variables principales (variable 1 a la variable 7) al autodesarrollo científico-técnico del área. Se emplearon 30 indicadores que dan cuenta de las actividades más representativas que deben desarrollar los profesores en sus áreas académicas para contribuir a su desarrollo científico-técnico (tabla 2), para su selección se tomaron como base indicadores de ciencia propuestos por el Ministerio de Educación Superior (MES, 2012).

Posteriormente, se desarrolló un taller con aquellos expertos con coeficiente de competencia alto. El objetivo fue realizar un análisis colectivo sobre la pertinencia de cada uno de los indicadores propuestos, como base para que los expertos, de forma individual, pudieran estimar cuantitativamente la contribución de cada variable principal respecto a cada uno de los 30 indicadores. Para la estimación se utilizó una escala tipo Likert con cinco niveles de respuesta para los primeros 29 indicadores y, para el indicador 30, se empleó una escala con 45 niveles de respuestas, atendiendo a que es el indicador de mayor contribución.

Luego se utilizó la moda para estimar los pesos finales de cada celda de la tabla bidimensional, que se elaboró a partir de los resultados brindados por los expertos. Se procedió a determinar la suma de las evaluaciones consensuadas por columnas (para cada variable) y se seleccionó el máximo valor de estas sumas. Luego se dividió cada una de las sumas obtenidas por este valor máximo, estableciéndose de esta forma el peso o contribución de cada variable al IAD.

Tabla 2: Indicadores utilizados para determinar el peso de cada variable principal

No	Simbología	Indicadores
1	PUB-G1	Artículos científicos publicados en revistas del grupo 1*.
2	PUB-G2	Artículos científicos publicados en revistas del grupo 2.
3	PUB-G3	Artículos científicos publicados en revistas del grupo 3.
4	PUB-G4	Artículos científicos publicados en revistas del grupo 4.
5	LIBR-PUB	Libros publicados.
6	CAPLIB-PUB	Capítulos de libros publicados.
7	PROY-PAP	Proyectos asociados a programas.
8	PROY-PNAP	Proyectos no asociados a programas.
9	PROY-INSFE	Proyectos institucionales con financiamiento extranjero.
10	PROY-INST	Proyectos institucionales.
11	PROY-EMP	Proyectos empresariales.
12	EVEN-NAC	Participación en eventos científicos nacionales.
13	EVEN-INT	Participación en eventos científicos internacionales.
14	OPON-DOCT	Realización de oponencias a tesis doctorales.
15	COLCI-ATEST	Participación en rendiciones de cuenta de las investigaciones (atestaciones) como miembros de colectivos científicos.
16	TRIB-PREDEF	Participación en tribunales de predefensas doctorales como miembros de colectivos científicos.
17	PREM-ACC	Obtención de premios otorgados por la ACC.
18	PREM-NAC	Obtención de premios nacionales.
19	PREM-INT	Obtención de premios internacionales.
20	MEM-SOCCI	Membrecía de sociedades científicas internacionales.
21	MEM_SOCCN	Membrecía de sociedades científicas nacionales.
22	ARB_REVING1	Árbitro de revistas internacionales del grupo 1.
23	ARB-REVING2	Árbitro de revistas internacionales del grupo 2.
24	ARB-REVING3	Árbitro de revistas internacionales del grupo 3.
25	ARB-REVING4	Árbitro de revistas internacionales del grupo 4.
26	ARB-REVNAG1	Árbitro de revistas nacionales del grupo 1.
27	ARB-REVNAG2	Árbitro de revistas nacionales del grupo 2.
28	ARB-REVNAG3	Árbitro de revistas nacionales del grupo 3.
29	ARB-REVNAG4	Árbitro de revistas nacionales del grupo 4.
30	APORT-FORM	Tutor de aspirante de doctorado en ciencias.

* En Cuba las publicaciones en revistas científicas son agrupadas en cuatro grupos según las bases de datos, siendo el Grupo 1 las revistas indizadas en WoS y Scopus (MES, 2012).

3. Determinar el IAD y sus criterios evaluativos

Se definió provisionalmente el IAD* (índice de autodesarrollo doctoral no normalizado). Para su obtención se multiplicó cada variable por su respectivo peso y se sumaron los productos obtenidos. Luego se dividió el resultado por la cantidad total de profesores (TP) del área académica objeto de análisis. Para facilitar su interpretación, el IAD* se llevó al intervalo [0,1] mediante una traslación y dilatación (normalización), dando lugar al IAD. Se estableció un factor de corrección del IAD para el caso en que los doctores en ciencias son tutores de más de un aspirante en dicha área.

4. Simular diferentes casos relevantes para establecer los criterios evaluativos

Se simuló mediante una plantilla Excel numerosos casos relevantes para poder establecer los umbrales para los criterios evaluativos. Se tomó como base el supuesto de que el escenario ideal de un departamento, facultad, centro de estudio o universidad es aquel en el cual todos sus profesores son doctores en ciencias y tutores de aspirantes de doctorado externos.

Resultados

1. Selección del conjunto de expertos a ser consultados

Utilizando la metodología descrita fueron seleccionados un total de 23 expertos de la Universidad de Oriente, Cuba, con coeficiente de competencia alto en la formación de doctores en ciencias y con resultados relevantes en el área de ciencia y técnica.

2. Estimación de los pesos de contribución de las variables al IAD

Se realizó un taller con los 23 expertos y se estimó la contribución de las siete variables principales respecto a cada indicador. En la tabla 3 se presentan los resultados.

Tabla 3: Estimación de la contribución de cada variable respecto a cada indicador

No	Indicadores	DTAI	DTAE	DNT	AN2	AN1	PAN3	PSP
1	PUB-G1	5	5	4	4	1	0	0
2	PUB-G2	5	5	4	4	2	0	0
3	PUB-G3	5	5	4	4	3	1	0
4	PUB-G4	5	5	4	4	4	1	1
5	LIBR-PUB	5	5	4	3	2	1	0
6	CAPLIB-PUB	5	5	4	3	2	1	0
7	PROY-PAP	5	5	4	4	3	1	0
8	PROY-PNAP	5	5	4	4	4	2	1
9	PROY-INSFE	5	5	3	3	1	0	0
10	PROY_INST	5	5	4	4	4	3	1
11	PROY_EMP	5	5	4	4	3	2	1
12	EVEN-NAC	5	5	5	5	4	4	1
13	EVEN-INT	5	5	4	4	3	2	0

14	OPON-DOCT	5	5	5	0	0	0	0
15	COLCI-ATEST	5	5	5	0	0	0	0
16	TRIB-PREDEF	5	5	5	0	0	0	0
17	PREM-ACC	5	5	3	2	1	0	0
18	PREM-NAC	5	5	4	3	2	1	0
19	PREM-INT	5	5	4	3	1	0	0
20	MEM-SOCCI	5	5	5	1	1	0	0
21	MIM-SOCCN	5	5	5	2	1	0	0
22	ARB-REVIG1	5	5	4	0	0	0	0
23	ARB-REVIG2	5	5	4	0	0	0	0
24	ARB-REVIG3	5	5	4	0	0	0	0
25	ARB-REVIG4	5	5	4	1	0	0	0
26	ARB-REVNG1	5	5	4	0	0	0	0
27	ARB-REVNG2	5	5	4	1	0	0	0
28	ARB-REVNG3	5	5	4	1	0	0	0
29	ARB-REVNG4	5	5	4	2	0	0	0
30	APORT-FORM	45	15	0	0	0	0	0
Suma de las contribuciones de cada celda:		190	160	120	66	42	19	5
Pesos estimados para cada una de las siete variables: (se divide cada suma obtenida por 190)		1	0.84	0.63	0.35	0.22	0.10	0.03

3. Determinación del IAD y sus criterios evaluativos

Primeramente se determinó el IAD* multiplicando cada uno de los siete pesos estimados por los correspondientes valores que adoptan cada una de las siete variables principales para un área académica cualquiera de la universidad. Luego, se sumaron los resultados de los productos obtenidos y se dividieron entre la variable TP (variable 8). La tabla 4 ilustra el procedimiento adoptado para el cálculo del IAD* en un área académica ficticia.

Tabla 4: Ejemplificación del procedimiento para el cálculo del IAD* para un área académica ficticia

Variables	DTAI	DTAE	DNT	AN2	AN1	PAN3	PSP	TP
Pesos Estimados: PE_i ($i = 1..7$)	1	0.840	0.630	0.350	0.220	0.100	0.030	
Cantidad de Profesores: CP_i ($i = 1..7$)	3	2	3	4	6	4	2	24
$PE_i \cdot CP_i$, ($i = 1..7$)	3	1.684	1.895	1.389	1.326	0.400	0.053	
$IAD^* = \frac{\sum_{i=1}^7 PE_i \cdot CP_i}{TP}$					0.406			

*

Como el IAD* no está normalizado, sus valores empíricos nunca alcanzarán las vecindades de los valores extremos del intervalo [0, 1], dificultando su interpretación.

Para la concepción del índice IAD* se asumió que el estado ideal de un área académica universitaria es aquel en el cual todos sus profesores son doctores tutores de aspirantes externos (DTAE). Consecuentemente, este escenario es el que brinda un valor máximo

del IAD* igual a 0,842, calculado a partir de los pesos obtenidos para cada variable bajo estudio.

Sin embargo, a la variable DTAI se les da mayor peso porque es la que más aporta al autodesarrollo doctoral en un área académica cualquiera. Pero esta variable está emparejada siempre con alguna de las variables AN1 o AN2, es por ello que el aporte promedio al IAD* de ambas variables (DTAI y AN1 o AN2) es menor que el de la variable DTAE.

El otro escenario extremo de interés es cuando la totalidad de los profesores del área académica universitaria no son doctores ni están en la proyección de serlo (PSP). Este escenario prácticamente es ficticio, pero tiene un valor metodológico significativo, al posibilitarla determinación del valor mínimo del IAD*, o sea 0,026.

De modo que en cualquier otro escenario no extremo el IAD* oscila entre 0,026 y 0,842. Se concibió entonces una normalización del IAD* a partir de su traslación y dilatación al intervalo [0,1]. Para realizar la traslación se restó a cada peso estimado, relativo a cada una de las siete variables, el valor mínimo (0,026) y para efectuar la dilatación, se dividió el resultado obtenido en cada caso por 0,816, obteniéndose como resultado final los pesos normalizados para el cálculo del índice de autoformación doctoral (IAD). De modo que, la diferencia entre el IAD* y el IAD es la normalización que experimenta este último, que se concreta en la utilización de pesos normalizados para las siete variables principales (variable 1 a la variable 7), resultando que:

$$IAD = \frac{(\sum_{i=1}^7 PN_i \cdot CP_i)}{TP}$$

Aquí los $PN_i (i = 1..7)$ representan los pesos normalizados correspondientes a cada una de las siete variables principales, sus valores pueden observarse en la figura 1. El decremento que se experimenta en los pesos normalizados de una variable a otra se manifiesta casi constante (de izquierda a derecha), dando muestra de su comportamiento prácticamente lineal de acuerdo a la estimación realizada por los expertos.

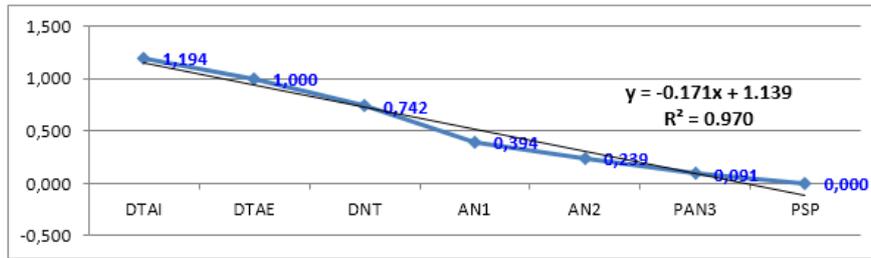


Figura 1: Comportamiento casi lineal de los pesos normalizados para cada una de las siete variables principales

Ahora bien, para el caso de ligas se estableció un factor de corrección del IAD, es decir, cuando existe al menos un doctor en ciencias que es tutor de más de un aspirante de doctorado en la misma área académica objeto de estudio. Esto se justifica a partir de reconocer que a mayor cantidad de aspirantes por tutor, mayor es el aporte al autodesarrollo doctoral de dicha área, aspecto que debería tener en cuenta el IAD por ser una situación frecuente de las áreas académicas universitarias. De aquí que haya que sumar al IAD un factor de corrección (FC) para obtener el índice de autodesarrollo corregido (IAD^c).

Entonces se definieron los coeficientes de corrección (CC1 y CC2) para las variables AN1 y AN2 (cuando estas variables toman valores distintos de cero) tomando el 50 % de la contribución que ganan los pesos asociados a estas variables cuando son promediadas con el peso de la variable DTAI, o sea, CC1 = 0,223 y CC2 = 0,119 respectivamente. Cuando las variables AN1 y AN2 toman valores iguales a cero, los coeficientes de corrección también son iguales a cero (CC1 = 0 y CC2 = 0). La expresión del factor de corrección resultó ser la que se presenta en la tabla 5.

Tabla 5: Factor de corrección del IAD

<i>Factor de corrección: $FC = \frac{1}{TP} \cdot \sum_{i=1}^{DTAI} (CC1 \cdot (LAN1_i - 1) + CC2 \cdot (LAN2_i - 1))$</i>	
<i>$i = 1 \dots DTAI$: Numeración de cada doctor tutor de aspirantes internos en el área académica.</i>	
<i>DTAI</i> : cantidad de doctores que son tutores de aspirantes internos en el área académica.	
<i>LAN1_i</i> : cantidad de aspirantes del nivel 1 que están ligados al tutor <i>i</i> .	
<i>LAN2_i</i> : cantidad de aspirantes del nivel 2 que están ligados al tutor <i>i</i> .	
$CC1 = \begin{cases} 0,223, & \text{si } LAN1_i \geq 2 \\ 0, & \text{si } LAN1_i \leq 1 \end{cases}$	
$CC2 = \begin{cases} 0,119, & \text{si } LAN2_i \geq 2 \\ 0, & \text{si } LAN2_i \leq 1 \end{cases}$	

En la tabla 6 se presentan los datos de un departamento ficticio para el cual se calculó el IAD en el caso de la existencia de ligas y, que por lo tanto, demandó de la utilización del factor de corrección. Puede observarse que la contribución del factor de corrección posibilitó que el IAD^c fuese evaluado de Excelente.

Tabla 6: Ejemplificación del procedimiento para el cálculo del IAD^c en un área académica ficticia

<i>i</i>	Ligas		CC1	CC2	CC1 · (LAN1 _{<i>i</i>} - 1)	CC2 · (LAN2 _{<i>i</i>} - 1)	suma			
	LAN1 _{<i>i</i>}	LAN2 _{<i>i</i>}								
1	2	2	0.223	0.119	0.223	0.119	0.342			
2	1	0	0	0	0	0	0			
3	3	0	0.223	0	0.446	0	0.446			
4	2	0	0.223	0	0.223	0	0.223			
5	0	3	0	0.119	0	0.238	0.238			
Variables	DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	TP	IAD	FC
Valores	5	45	0	8*	6*	0	0	64	0.868	0.020
IAD^c = IAD + FC									0.88	

* Los valores de AN1 y AN2 no tiene que coincidir necesariamente con $\sum_{i=1}^{DTAI} LAN1_i$ y $\sum_{i=1}^{DTAE} LAN1_i$, pues los aspirantes del área pueden tener tutores externos a la misma.

4. Simulación de diferentes casos relevantes para establecer los criterios evaluativos

Se simularon numerosos escenarios para el cálculo del IAD que posibilitaron establecer los siguientes criterios evaluativos:

$[0.88 - 1.00] \Rightarrow$ Excelente.

$[0.76 - 0.88] \Rightarrow$ Bien.

$[\text{Área de trazado}] \Rightarrow$ Regular.

$[0.00 - 0.60] \Rightarrow$ Mal.

En lo que sigue se presentan escenarios ficticios correspondientes a un área académica universitaria en los cuales el IAD es evaluado de Excelente y no se necesita emplear el factor de corrección:

Todos los profesores son doctores en ciencias, con la siguiente composición: al menos 6/11 son tutores de aspirantes de doctorado externos.

Restricción: $(5 \cdot DTAE \geq 6 \cdot DNT)$

DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	IAD	EVALUACION	$x \in \mathbb{N}, x \geq 1$
0	$\geq 6x$	$5x$	0	0	0	0	≥ 0.883	EXCELENTE	

El total de profesores son doctores en ciencias o aspirantes del nivel 1, con la siguiente composición: la cantidad de aspirantes del nivel 1 coincide con la cantidad de doctores tutores internos y con los doctores que no son tutores, siendo el número de doctores tutores externos al menos el triplo de la cantidad de aspirantes del nivel 1.

Restricciones: $\begin{cases} AN1 = DTAI \\ AN1 \geq DNT \\ 3 \cdot AN1 \leq DTAE \end{cases}$

DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	IAD	EVALUACION	$x \in \mathbb{N}, x \geq 1$
x	$\geq 3x$	$\leq x$	x	0	0	0	≥ 0.888	EXCELENTE	

El total de profesores son doctores en ciencias y aspirantes del nivel 2, con la siguiente composición: la cantidad de aspirantes del nivel 2 coincide con la cantidad de doctores tutores internos y con los doctores que no son tutores, siendo el número de tutores externos al menos cuatro veces la cantidad de aspirantes del nivel 2.

Restricciones: $\begin{cases} AN2 = DTAI \\ AN2 \geq DNT \\ 4 \cdot AN2 \leq DTAE \end{cases}$

DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	IAD	EVALUACION	$x \in \mathbb{N}, x \geq 1$
x	$\geq 4x$	$\leq x$	0	x	0	0	≥ 0.882	EXCELENTE	

El total de profesores son doctores en ciencias y aspirantes, con la siguiente composición: la cantidad de aspirantes del nivel 1 coincide con la cantidad de aspirantes del nivel 2 y no es superada por el número de doctores que no son tutores, la cantidad total de aspirantes (del nivel 1 y nivel 2) coincide con la cantidad de doctores tutores internos y es tres veces menor que el número de doctores que son tutores de aspirantes externos.

$$\text{Restricciones:} \begin{cases} AN1 = AN2 \\ AN1 \geq DNT \\ AN1 + AN2 = DTAI \\ 3(AN1 + AN2) \leq DTAE \end{cases}$$

DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	IAD	EVALUACION	$x \in \mathbb{N}, x \geq 1$
$2x$	$\geq 6x$	$\leq x$	x	x	0	0	≥ 0.888	EXCELENTE	

El total de los profesores son doctores y profesores en proyección para pasar a la categoría de aspirante (nivel 3), con la siguiente composición: la cantidad de profesores en el *nivel 3* no es superado por la cantidad de doctores que no son tutores, siendo la cantidad de tutores externos al menos ocho veces la cantidad de los profesores del nivel 3.

$$\text{Restricciones:} \begin{cases} DNT \leq PAN3 \\ DTAE \geq 8 \cdot PAN3 \end{cases}$$

DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	IAD	EVALUACION	$x \in \mathbb{N}, x \geq 1$
0	$\geq 8x$	$\leq x$	0	0	x	0	≥ 0.883	EXCELENTE	

El total de los profesores son doctores y profesores sin proyección a ser doctores, con la siguiente composición: la cantidad de profesores sin proyección a ser doctores es superado a lo sumo 12 veces por los doctores que son tutores de aspirantes externos, y la cantidad de profesores doctores de aspirantes externos es al menos cuatro veces la cantidad de profesores doctores que no son tutores.

$$\text{Restricciones:} \begin{cases} PSP \leq 12 \cdot DTAE \\ DNT \leq 4 \cdot DTAE \end{cases}$$

DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	IAD	EVALUACION	$x \in \mathbb{N}, x \geq 1$
0	$\geq 12x$	$\leq 4x$	0	0	0	x	≥ 0.880	EXCELENTE	

El total de los profesores son doctores tutores de aspirantes externos y profesores sin proyección a ser doctores, con la siguiente composición: la cantidad de profesores sin proyección a ser doctores es superado al menos ocho veces por la cantidad de doctores que son tutores de aspirantes externos.

<i>Restricción: $8 \cdot PSP \leq DTAE$</i>									
DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	IAD	EVALUACION	$x \in \mathbf{N}, x \geq 1$
0	$\geq 8x$	0	0	0	0	x	≥ 0.889	EXCELENTE	

Existen profesores en todas las categorías descritas por las siete variables bajo análisis, con la siguiente composición: la cantidad de profesores sin proyección a ser doctores, es igual a la cantidad de profesores en proyección para pasar a la categoría de aspirante, es igual a la cantidad de profesores aspirantes que están en nivel 2, es igual a la cantidad de profesores aspirantes que están en nivel 1, es igual a la cantidad de doctores que no son tutores, siendo la cantidad total de aspirantes (del nivel 1 y del nivel 2) igual a la cantidad de doctores tutores de aspirantes internos y no mayor que la décima parte de los doctores que son tutores de aspirantes externos.

<i>Restricciones:</i>									
		$AN1 = AN2$							
		$AN1 = PAN3$							
		$AN1 = PSP$							
		$AN1 = DNT$							
		$AN1 + AN2 = DTAI$							
		$10 (AN1 + AN2) \leq DTAE$							
DTAI	DTAE	DNT	AN1	AN2	PAN3	PSP	IAD	EVALUACION	$x \in \mathbf{N}, x \geq 1$
$2x$	$\geq 20x$	x	x	x	x	x	≥ 0.883	EXCELENTE	

Los escenarios descritos anteriormente ayudan a comprender algunas combinaciones posibles de las variables modeladas para calcular el IAD cuando la calificación es Excelente. Se presentaron solamente para esta calificación para no hacer demasiado exhaustiva la presentación. Para las otras calificaciones (Bien, Regular y Mal) los escenarios correspondientes pueden simularse siguiendo un procedimiento análogo al utilizado, con ayuda de una plantilla Excel, facilitando de este modo la valoración de la pertinencia de los umbrales establecidos.

Discusión

Actualmente no se tiene conocimiento sobre la existencia de un índice similar al IAD. Es por ello que a partir del presente estudio este índice puede utilizarse para monitorear los resultados de la gestión del autodesarrollo doctoral en las diferentes áreas académicas universitarias. Debe señalarse que entre sus principales ventajas están las siguientes:

- Permite monitorear periódicamente el comportamiento del autodesarrollo doctoral en las diversas áreas académicas, sirviendo como base objetiva para establecer una calificación de dicho comportamiento y el diseño e implementación de estrategias a seguir con sus recursos humanos, que ayuden a trazar un camino hacia la excelencia en lo relativo al autodesarrollo doctoral.
- Su cálculo es fácil y se puede automatizar mediante una plantilla Excel, las variables que necesita para realizar el mismo son factibles de determinar en cualquier área académica de una universidad (los interesados en disponer de la plantilla Excel pueden solicitarla vía email a la autora principal del presente trabajo).
- El valor del índice no es sensible a la cantidad total de profesores (TP) del área académica, por lo que no se introduce este tipo de sesgo cuando existen diferencias con relación a esta variable en diversas áreas académicas, pues lo importante son las proporciones que se establecen entre las variables principales.
- Para el caso de ligas (cuando existe al menos un doctor que es tutor de más de un aspirante de doctorado en la misma área académica) se establece un factor de corrección que permite determinar la contribución al IAD para cada uno de estos casos, pudiéndose determinar el IAD^c.
- La metodología para la obtención del IAD es flexible y explícita, lo que posibilita modificar los indicadores de base para obtener los pesos de las siete variables principales; o bien, preestablecer estos pesos a partir de nuevos criterios. También permite modificar los umbrales utilizados para establecer los criterios evaluativos, en dependencia de los intereses de los evaluadores de la gestión de la formación de doctores en ciencias.

Una de las debilidades del IAD es que está concebido para evaluar variables externas o estructurales de los diferentes escenarios de autodesarrollo doctoral resultantes de la gestión formativa realizada en las áreas académicas universitarias, sin tener en cuenta los factores internos que propician la configuración de esos escenarios. Es por ello que se recomienda que la utilización del IAD en dichas áreas debe estar aparejado con el estudio de aspectos cualitativos que permitan conocer mejor los factores que

condicionan dicho escenarios y las acciones que deben desplegarse para alcanzar los futuros estados deseados.

Cabe señalar que la inmensa mayoría de los índices, por su naturaleza, tienen esta debilidad de centrarse en los aspectos más externos o estructurales. Ejemplos de estos índices ampliamente utilizados a nivel internacional son el *factor de impacto de una revista* y el *índice h de un investigador* (Grupo Scimago, 2006). En el primer caso son muchos los factores que en la práctica pueden incidir en que una revista de corriente principal tenga mayor factor de impacto que otra. Sin embargo, en la práctica se hace una abstracción de estos factores mediante dicho índice para poder establecer una comparación objetiva respecto a la calidad de las revistas.

Lo mismo ocurre para el caso del segundo índice señalado, dos investigadores podrían tener un mismo valor del índice h pero tener características, motivaciones, conocimientos, desempeños y condiciones materiales y financieras muy diferentes para desarrollar sus investigaciones.

Lo anterior ayuda a reflexionar que el empleo del IAD en las áreas académicas de las universidades requiere de sensatez, en el sentido de reconocer que su determinación tiene como propósito brindar una información objetiva que sirva de base para la promoción y materialización de mejores estrategias para potenciar el autodesarrollo doctoral en las referidas áreas. Por lo tanto, no se debe privilegiar el establecimiento de mediciones estériles con el ánimo de establecer una marginalización discriminatoria, de lo que se trata es de realizar comparaciones con fines estratégicos y constructivos, que se reviertan en un incremento de los resultados científico-investigativos en beneficio de la sociedad.

Conclusiones

Las universidades deben gestionar la formación de su capital humano y, de manera muy especial, la formación de doctores en ciencias, para lo cual necesitan concebir y aplicaren sus áreas académicas instrumentos metodológicos que aporten información válida y confiable, que permita la implementación de estrategias para avanzar hacia la excelencia universitaria.

En tal sentido se elaboró el Índice de Autodesarrollo Doctoral (IAD), que fue fundamentado a partir de siete variables principales, de fácil determinación, que tienen asignados pesos, definidos a partir de indicadores de ciencia y técnica priorizados por el MES de Cuba.

El IAD puede ser aplicado para monitorear sistemáticamente los resultados de la gestión de la formación de doctores en ciencias en las diferentes áreas académicas de las universidades (departamentos, centros de estudio, facultades y universidades). La utilización de esta novedosa herramienta debe estar aparejada con el estudio de aspectos cualitativos que permitan conocer mejor los factores objetivos y subjetivos que configuran dichos resultados y las acciones que deben desplegarse para alcanzar los futuros estados deseados.

Referencias bibliográficas

1. CNGC (2005). Normas y resoluciones vigentes para el desarrollo de los grados científicos en la República de Cuba. *Comisión Nacional de Grados Científicos* (CNGC), República de Cuba.
2. Cruz, S. (2015). El posgrado como proceso universitario que impulsa el desarrollo social. *Conferencia del Diplomado para Adiestrados*, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
3. Figueroa, J., Alonso, I. y Pérez, R. M. (2017). Exploración sobre los resultados de ciencia e innovación de la Universidad de Oriente en el período 2011-2015. *Revista Maestro y Sociedad*, 4(1), 72-86.
4. García, P. M. *et al.* (2003). Sistema de indicadores de calidad. *Revista Industrial*, 6(2), 66-73.
5. Gorina, A. (2010). *Dinámica del procesamiento de la información en las investigaciones sociales*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
6. Grupo Scimago (2006). El índice h de Hirsch: aportaciones a un debate. *El profesional de la información*, 15(4), 304-306.

7. Hernández, R. et al. (2009). Política y estrategia para la formación doctoral y posdoctoral en el Sistema Nacional de Educación en Cuba. La Habana, Cuba: Sello Editor Educación Cubana.
8. JAN (2014). Sistema de evaluación y acreditación de instituciones educación superior (SEA-IES). *Junta de Acreditación Nacional (JAN)*, República de Cuba.
9. Jaramillo, et al. (2010). Evaluación del impacto del Programa ACCES. Apoyo a programas doctorales. Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Bogotá.
10. López, N. I. (2011). *Importancia de los indicadores y la medición del quehacer científico*. (Colección investigación). San Salvador: Editorial Universidad Tecnológica de El Salvador.
11. MES (2012). *Normativa para la aprobación de publicaciones científicas*. La Habana, Cuba: Comisión Nacional de Grados Científicos (CNGC).
12. MES (2012). *Objetivos de trabajo para el año 2013 y hasta el 2016*. Ministerio de Educación Superior (MES). La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela.
13. Muñiz, J. y Fonseca, E. (2008). Construcción de instrumentos de medida para la evaluación universitaria. *Revista de innovación en Educación*, 5, 13-25.