

**MARCO DE FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL
ESPECIFICACIONES DE PRUEBA
ECAES INGENIERÍA DE ALIMENTOS
Versión 6.0**



ACOFi

**ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
FACULTADES DE INGENIERÍA**

ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

ORGANIZACIÓN ACADÉMICA

COMITÉ DIRECTIVO DEL PROYECTO

Equipo responsable de proponer las directrices que orienten el marco conceptual para las 15 especialidades de la Ingeniería objeto del proyecto, así como orientar el modelo conceptual de competencias. Su conformación es la siguiente:

Por el Consejo Directivo de ACOFI:

Ing. JAVIER PÁEZ SAAVEDRA
Decano División Ingenierías Universidad del Norte, Barranquilla
Presidente

Ing. ALBERTO OCAMPO VALENCIA
Decano Facultad de Ingeniería Eléctrica Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira
Vicepresidente

Ing. FRANCISCO JAVIER REBOLLEDO MUÑOZ
Decano Académico Facultad de Ingeniería Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá
Vocal

Ing. JULIO ESTEBAN COLMENARES MONTAÑEZ
Decano Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
Vocal

Ing. CARLOS FELIPE LONDOÑO ÁLVAREZ
Rector Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín
Vocal

Ing. EDUARDO SILVA SÁNCHEZ
Director Ejecutivo ACOFI

Por las Universidades participantes en el Comité:

Ing. ALAIN GAUTHIER SELLER
Decano Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes, Bogotá

Ing. JUAN MANUEL BARRAZA BURGOS
Decano Facultad de Ingeniería Universidad del Valle, Cali

GRUPO DE COORDINACIÓN ACADÉMICA GENERAL

Grupo responsable de la orientación técnica del proyecto. Su conformación es la siguiente:

Ing. ÁLVARO ENRIQUE PINILLA SEPÚLVEDA
Universidad de los Andes, Bogotá
Coordinador Académico General

Ing. AMPARO CAMACHO DÍAZ
Universidad del Norte, Barranquilla

Ing. FRANCISCO JAIME MEJÍA GARCÉS
Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín

Ing. FRANCISCO FERNANDO VIVEROS MORENO
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Ing. MAURICIO DUQUE ESCOBAR
Universidad de los Andes, Bogotá

Ing. GERMÁN JAIRO HERNÁNDEZ PÉREZ
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Mat. EDILBERTO CEPEDA CUERVO
Asesor en Competencias

Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
Coordinador Académico ECAES Ingeniería Agroindustrial, Forestal y Petróleos

EQUIPOS DE EXPERTOS INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Ing. FRANCISCO JAVIER CASTELLANOS
Universidad de Caldas, Manizales

Ing. GUILLERMO SEGUNDO ARRAZOLA PATERNINA
Universidad de Córdoba, Montería

Ing. LIGIA INÉS RODRÍGUEZ PIEDRAHITA
Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá

Bogotá D.C., Julio de 2005

TABLA DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	4
CAPITULO 1. REFERENCIACIÓN INTERNACIONAL DE LA FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS	5
CAPITULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS EN COLOMBIA	8
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE ANTECEDENTES Y REFERENTES DE LA EVALUACIÓN EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS	12
CAPITULO 4. DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE PREGRADO EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS.....	18
CAPÍTULO 5. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS COMPETENCIAS Y COMPONENTES DEL ECAES EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS.....	20
CAPÍTULO 6. DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DE PRUEBA PARA LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS	29
EJEMPLOS	34

PRESENTACIÓN

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, comprometida con el Sistema de Aseguramiento de la Calidad que impulsa el Ministerio de Educación Nacional, viene desarrollando, bajo la supervisión del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, el Contrato 063 de noviembre de 2004. Este contrato tiene como propósito presentar el Marco de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Prueba para los programas de Ingeniería de Alimentos del país. De acuerdo con el propósito de estos exámenes establecido en el Decreto 1781 de 2003, se precisa que los ECAES son *“pruebas académicas de carácter oficial y obligatorio y forman parte, con otros procesos y acciones, de un conjunto de instrumentos que el Gobierno Nacional dispone para evaluar la calidad del servicio público educativo”* y, dentro de ese marco, las pruebas deben *“comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes que cursan el último año de los programas académicos de pregrado que ofrecen las instituciones de educación superior”*.

Este trabajo presenta el Marco de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de la Prueba, el cual contiene los siguientes estándares: 1. Referenciación internacional de la formación en el programa académico correspondiente; 2. Caracterización de la formación en el programa académico de pregrado; 3. Caracterización de antecedentes y referentes de la evaluación del programa; 4. Definición del objeto de estudio de los programas; 5. Definición y caracterización de las competencias y componentes que serán evaluados; 6. Definición de las especificaciones de las pruebas.

Se desea destacar el trabajo sobre el tema de competencias, realizado por representantes de la comunidad académica, que es un acercamiento a su conceptualización desde la óptica de la ingeniería y permite una buena aproximación para la construcción de las pruebas ECAES basadas en el modelo de competencias propuestas por el ICFES.

El trabajo conjunto, realizado entre la comunidad académica de los programas de Ingeniería de Alimentos, ACOFI y el ICFES, permitirá a la sociedad colombiana conocer e informarse en forma confiable sobre los principales componentes del proceso de formación que reciben los estudiantes de las diferentes facultades y programas de ingeniería del país y de las competencias y componentes sobre los cuales se basan la pruebas ECAES en ingeniería.

Es fundamental reconocer y destacar el trabajo del Grupo de Coordinación Académico y el Equipo de Expertos, conformados para este propósito, los cuales han recogido y analizado la documentación pertinente, cumpliendo con los estándares para el desarrollo del marco de fundamentación conceptual y especificaciones de los exámenes; igualmente, a los profesionales responsables del apoyo administrativo del proyecto.

Bogotá, D.C., Julio de 2005

CAPITULO 1. REFERENCIACIÓN INTERNACIONAL DE LA FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

En el mundo, las primeras actividades de la ingeniería de alimentos están relacionadas con las que se adelantaron en la ingeniería agrícola y en la ingeniería química. Según Parker citado por Karel (1995) el currículo de la ingeniería agrícola abarcaba también las operaciones de manufactura y procesamiento de alimentos durante la cosecha y post cosecha de productos. Entre la década de los 50 a 60, la ingeniería química tiene una influencia sobre las operaciones unitarias aplicadas al procesamiento de alimentos como son las que se contemplan en el texto Perry's Chemical Engineers Handbook. La ingeniería química fue la pionera en aplicar operaciones tales como esterilización, cinética a las reacciones biológicas y desinfección.

En 1980 en Estados Unidos y Canadá se empezó a ofrecer en Purdue University, University of Massachussets, Michigan State University y University of Guelph, el área de ingeniería de alimentos. Posteriormente, se empezó a ofrecer en la Universidad de California en Davis. En unas universidades de esta zona geográfica, el área es una especialización del área de alimentos, agricultura o ingeniería química. Es importante resaltar que en la mayoría de casos se entra primero a la opción de ciencia y tecnología de alimentos o de ciencia de alimentos y nutrición, para posteriormente continuar con la especialidad de ingeniería de alimentos.

El Institute of Food Technologists-IFT, fundado en los Estados Unidos en 1939, es la asociación de profesionales en ciencia, ingeniería y tecnología de alimentos más importante del mundo, la cual ha tenido una influencia muy grande en el desarrollo de los currículos en ciencia y tecnología de alimentos en las universidades de Estados Unidos y Canadá. Desde su comienzo estableció cuatro objetivos referentes a la educación:

- Hacer énfasis en las ciencias fundamentales y los aspectos tecnológicos e identificar su aplicación a los productos.
- Crear una disciplina de ingeniería de alimentos sobre una base cuantitativa, en vez de una base cualitativa.
- Desarrollar un modelo curricular con estándares educativos suficientes para cumplir una acreditación.
- Tener reconocido el nuevo campo de la tecnología de alimentos a la par de otros campos existentes de la ciencia y la ingeniería.

En 1992, el IFT inició el estudio de la reforma de los estándares pero solamente hasta 1996 se aprobaron los estándares mínimos del currículo para estudiantes no graduados, los cuales han contribuido al desarrollo de este campo durante los últimos diez años. El mayor cambio incluyó reformas al currículo e introdujo un curso de estadística, además se dio un énfasis al desarrollo de habilidades de comunicación oral y escrita, de pensamiento crítico y de computación. A pesar de esos cambios, surgieron nuevos requerimientos por parte de los empleadores y de los estudiantes graduados, quienes sugirieron se reorganizaran las habilidades que debe poseer un graduado para enfrentar la industria. En

respuesta a estas presiones el Comité Ejecutivo del IFT formó en 1998 un grupo de trabajo para revisar y recomendar directrices basadas en resultados, los cuales fueron incluidos en los estándares mínimos. Este grupo también decidió que las directrices de la educación en el futuro estuvieran basadas en el entendimiento de resultados y no solamente en el contenido de cursos predeterminados en el currículo.

Posteriormente, en el 2001, los estándares de educación para programas en Ingeniería de Alimentos debían verificar que cubren el material considerado como mínimo para un programa de esta categoría. Para lograr lo anterior, el contenido de los cursos se dividió en cinco categorías:

- Química y análisis de alimentos
- Seguridad alimentaria y microbiología
- Procesamiento e ingeniería de alimentos
- Ciencia de alimentos aplicada
- Cursos para alcanzar habilidades de éxito.

Los cursos de la fundamentación básica para programas de ingeniería de alimentos incluyen los cursos fundamentales de química (dos cursos en química general seguido de un curso de química orgánica y bioquímica, analítica y fisicoquímica); ciencias biológicas (un curso de biología y un curso general de microbiología con laboratorio); física y matemáticas (dos cursos de cálculo y uno de física general); estadística (un curso); nutrición (un curso con lineamientos básicos y conceptos de nutrición humana y las relaciones entre el consumidor de alimentos, la salud y el bienestar); y comunicaciones (dos cursos generalmente responsabilidad de la facultad de comunicaciones o de docencia). La elección de los cursos fundamentales para el programa está basada en fuentes y recursos disponibles en la universidad y dentro de las restricciones propias del programa (por ejemplo limitaciones de las horas/crédito).

Con el fin de evaluar la correspondencia de los programas nacionales con las universidades internacionales se compararon los programas de dos universidades de los Estados Unidos, y otras tres de países latinoamericanos (Brasil, Chile y México). Todas de alto reconocimiento internacional.

Los resultados de la comparación aparecen en la tabla 1. El porcentaje en el área de ciencias básicas de las universidades analizadas es superior al sugerido por la ACOFI; con respecto al área de ingeniería de alimentos, el promedio nacional fue de 28,30%, presentándose una baja dispersión entre los programas analizados, mientras en las universidades internacionales el porcentaje fue inferior al encontrado en las nacionales, (26,44%) pero el rango de dispersión fue mayor.

Con relación a los programas internacionales, es de destacar que el porcentaje de créditos en ciencias básicas de los programas de Estados Unidos es alto, alrededor de 50%, frente al promedio nacional encontrado (34.75%) y a los otros programas internacionales estudiados (38%). De otra parte, en los programas de México y USA, el porcentaje correspondiente al área e economía y finanzas fue cero.

Los estándares permiten que los programas sean flexibles y que puedan cubrir a lo largo del currículo los contenidos, de tal forma que se alcancen las competencias propuestas. También proponen diferentes métodos de evaluación, los cuales proveen información acerca de las habilidades de los estudiantes así como de su demostración.

TABLA 1. COMPARATIVO UNIVERSIDADES INTERNACIONALES

NACIONAL		INTERNACIONAL					PROMEDIO		
ACOFI	PROMEDIO	ÁREAS DE CONOCIMIENTO	CHILE	ESTADOS UNIDOS		MÉXICO	NACIONAL	INTERNAL.	TOTAL
			CATÓLICA	CORNELL	DAVIS	AMÉRICAS			
20	34.75	Ciencias Básicas	38.60	55.0	49.24	38.75	34.75	45.40	40.84
20	12.26	Ingeniería	10.53	6.67	10.61	8.44	12.26	9.06	10.43
25	28.30	Ingeniería de Alimentos	21.05	20.0	34.09	30.63	28.30	26.44	27.24
10	7.76	Economía y Finanzas	15.79	0.0	0.0	0.0	7.76	3.95	5.58
10	10.96	Humanidades	14.04	18.33	4.55	9.38	10.96	11.57	11.31
0	3.49	Idiomas	0.0	0.0	1.52	10.31	3.49	2.96	3.18
Si	Si	Proyecto de grado	Si				Si		
Si	Si	Practica en empresa	Si	Si	Si	Si	Si	Si	
		Total créditos	570	120	132	320			

BIBLIOGRAFÍA

FITO, P., ORTEGA-RODRÍGUEZ, E., BARBOSA-CANOVA, G. Food Engineering. Chapman&may. New York. 416 p. 1997.

GOLDBLITH, S.A. Fifty years of progress in Food Science and Technology: from art based on experience to technology based on science. Food Technology, 43:88. 1989.

KAREL, M. The history and Future of Food Engineering. In: 1st Ibero American Conference on Food Engineering. Universidad Estadual de Campinas. Sao Paulo. Brasil. 1995.

LUNA, J., RODRÍGUEZ, L., ROZO, G., HERRERA, L.F. Y ZULUAGA, I. Tendencias de la ingeniería de alimentos enmarcado en el sector alimenticio colombiano. Bogotá, UJTL. 2003.

PERRY, R. Perry's Chemical Engineers Handbook. Vol1. MacGraw Hill. Madrid. 2001.

CAPITULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS EN COLOMBIA

La ingeniería de alimentos puede considerarse como una carrera nueva en Colombia, tuvo su inicio en 1967. Sus características actuales han sido definidas por la evolución de los currículos en los países donde se inició y consolidó como carrera del área de la ingeniería y que, por supuesto, influenciaron la conformación de los currículos en el país.

El desarrollo de la agricultura y la industria agroalimentaria ha influido fuertemente en la demanda de profesionales para satisfacer las necesidades científicas y tecnológicas. En los comienzos de la industria de alimentos, las necesidades fueron cubiertas por personas o profesionales que se dedicaron a conocer el proceso o producto a su cargo (empirismo). Hasta los años 60, los profesionales nacionales que atendieron las necesidades de la industria de alimentos, eran principalmente graduados de Química, Ingeniería Química y Farmacia, con estudios de especialización en campos relacionados con los alimentos, en universidades del exterior. La industria se basaba mucho en la utilización de asesores extranjeros, de alta especialidad en los aspectos de asesoría requeridos.

La denominación de ingeniería de alimentos se encuentra en programas técnicos, tecnológicos y profesionales. En el caso particular de programas de ingeniería de alimentos hay 16 universidades (ver tabla 2) que la ofrecen en el territorio nacional, además de un programa con la denominación de ingeniería industrial de alimentos. En este grupo algunos consideran otras denominaciones como Química de Alimentos, Tecnología e ingeniería de Alimentos y Ciencia y Tecnología de Alimentos.

TABLA 2. INSTITUCIONES EN COLOMBIA CON PROGRAMAS DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Universidad	Ciudad	Jornada	Modalidad
Universidad Cooperativa de Colombia	Barrancabermeja	Diurna	Presencial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia	11 sedes		Distancia
Fundación Universitaria Agraria de Colombia	Bogotá	Diurna	Presencial
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	Bogotá	Diurna	Presencial
Universidad de la Salle	Bogotá	Diurna	Presencial
Universidad INCCA	Bogotá	Diurna/Nocturna	Presencial
Universidad de Santander	Bucaramanga	Diurna	Presencial
Universidad de Córdoba	Montería	Diurna	Presencial
Universidad de Cartagena	Cartagena	Diurna	Presencial
Universidad de San Buenaventura	Cartagena	Diurna	Presencial
Universidad de la Amazonía	Florencia	Diurna	Presencial
Corporación Universitaria LaSallista de Medellín	Medellín	Diurna	Presencial
Universidad de Caldas	Manizales	Diurna	Presencial
Universidad de Pamplona	Pamplona	Diurna	Presencial
Universidad de Antioquia	Medellín	Diurna	Presencial

Con el fin de poder establecer de manera clara los componentes de las áreas de los programas de ingeniería de alimentos existentes en el país, se estudiaron los programas

de 10 universidades buscando representatividad de cada región, en el cual se muestra de manera discriminada los porcentajes en cuanto a las áreas del conocimiento en cada una de ellas, tomando como objeto base los lineamientos de ACOFI para el plan mínimo de estudios en ingeniería de alimentos.

TABLA 3. COMPARACIÓN PROGRAMAS NACIONALES DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

REGIÓN	CENTRO														NORTE		OCCIDENTE		ORIENTE	
	UJTL		U SALLE		U AGRARI	U DE CALDAS		U INNCA	U CARTAGENA	U CORDOBA	LASALLISTA		U PAMPLONA	SANTANDER						
	Mat.	Cred.	Mat.	Cred.	Mat.	Mat.	Creditos	Mat.	Mat.	Mat.	Mat.	Cred.	Mat.	Mat.						
Áreas del conocimiento	17 (32.7%)	62 (36.0%)	17 (29.8%)	17 (33.1%)	18 (27.3%)	17 (25.8%)	56(30.9%)	18 (31.0%)	17 (28.3%)	14 (26.4%)	21 (31.8%)	18 (32.7%)	16 (29.1%)	17 (29.8%)						
Ciencias Básicas																				
Matemáticas	6	27	6	23	8	7	22	7	6	5	10	36	5	6						
Física	4	11	2	8	4	2	6	3	3	2	2	8	2	2						
Química	5	16	5	17	5	4	16	5	5	4	6	29	6	6						
Biología	2	8	3	9	1	2	7	3	3	3	3	15	3	3						
Informática						2	5	5												
Ingeniería	5 (9.6%)	19 (11.0%)	7 (12.3%)	14 (14.0%)	5 (7.6%)	8(12.1%)	26(14.4%)	7 (12.1%)	7 (11.7%)	6 (11.3%)	8 (12.1%)	11 (11.5%)	4 (7.3%)	8 (14.0%)						
Ingeniería de Alimentos	14 (26.9%)	46 (26.7%)	17 (29.8%)	14 (31.4%)	26 (39.4%)	23(34.8%)	63(34.8%)	16 (27.6%)	18 (30.0%)	22 (41.5%)	16 (24.2%)	10 (29.7%)	23 (41.8%)	19 (33.3%)						
Procesos Industriales	10	33	9	29	18	17	43	12	12	14	13	66	17	15						
Seguridad	2	6	5	16	7	6	20	2	3	2	2	9	3	2						
Análisis	2	7	2	9	1			2	3	2	1	5	3	2						
Economía y Finanzas	3 (5.8%)	12 (7.0%)	5 (8.8%)	15 (8.7%)	5 (7.6%)	7(10.6%)	14(7.7%)	3 (5.2%)	7 (11.7%)	6 (11.3%)	5 (7.6%)	20 (7.4%)	2 (3.6%)	6 (10.5%)						
Humanidades	6 (11.5%)	15 (8.7%)	11 (19.3%)	12 (12.8%)	11 (16.7%)	10(15.2%)	22(12.2%)	12 (20.7%)	9 (15.0%)	4 (7.5%)	14 (21.2%)	10 (11.2%)	5 (9.1%)	7 (12.3%)						
Idiomas	6 (11.5%)	18 (10.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (1.5%)	0	0	2 (3.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (7.3%)	0 (0.0%)						
Tesis	1 (1.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1(1.5%)	6(3.2%)	0 (0.0%)	2 (3.3%)	1 (1.9%)	2 (3.0%)	20 (7.4%)	1 (1.8%)	0 (0.0%)						
Total Materias	52	172	57	172	66	66	187	58	60	53	66	269	55	57						

Los resultados obtenidos de la evaluación a nivel nacional son bastante uniformes en todas las áreas propuestas, tanto en la evaluación por número de materias como por créditos totales; sin embargo en tópicos como idiomas, humanidades y requisito de proyecto de grado se encuentran diferentes tendencias en las universidades analizadas. Es importante destacar que la suma de los créditos destinados a Ciencias Básicas y Básicas de Ingeniería ,46% en promedio, es mas bajo que el promedio para las universidades internacionales analizadas, que es del orden del 56%

La formación en Ingeniería de alimentos muestra diferentes tendencias en las distintas regiones propias de los énfasis de cada programa.

Perfil profesional

El ingeniero de alimentos desarrolla diversidad de acciones para ejercer con ética, responsabilidad y competencia, múltiples funciones exigidas en todas las actividades propias de este sector, por lo tanto, aparte de poseer sólidos conocimientos técnicos científicos, tiene una amplia percepción de la actividad empresarial, capacidad de trabajo, sentido humanístico necesario en las relaciones interpersonales y, enmarca sus planteamientos y soluciones dentro de la realidad social, jurídica, política y económica del entorno local, regional, nacional y global.

A partir de los recursos agropecuarios del país y de la visión de la cadena industrial, el ingeniero de alimentos es capaz de adaptar y aportar procesos desde el punto de vista tecnológico y productos con valor agregado; de planear, organizar, dirigir y evaluar proyectos de desarrollo, a nivel personal o como miembro de una organización, dentro del marco económico y financiero propios del sector; de analizar, identificar y plantear soluciones a problemas dentro de un proceso de toma de decisiones, utilizando los

recursos locales disponibles en el marco de un desarrollo sostenible, con capacidad para visualizar las distintas potencialidades y restricciones; y de desempeñarse, con igual eficiencia, en procesos con diferente disponibilidad de recursos, niveles tecnológicos y escalas de producción.

Perfil ocupacional

El campo de la ingeniería de alimentos es muy extenso, variado y rico en facetas. Las numerosas actividades relacionadas con este sector, ubicadas en el área urbana y rural, como plantas industriales, centros de acopio, adecuación, transformación, empaque, transporte, comercialización y almacenamiento, exigen la presencia y asesoría de ingenieros de alimentos para el buen manejo de la cadena agroalimentaria, la planeación y desarrollo de procesos productivos, la dirección y manejo de personal, la supervisión y control de calidad de insumos y productos en línea y la utilización de subproductos y manejo ecológico de los efluentes.

Una sociedad caracterizada por su espíritu de consumo y ávida de nuevos productos, dentro de un mundo cada vez más necesitado de alimentos demanda la optimización de recursos y procesos alimentarios y el máximo aprovechamiento de insumos y subproductos, lo que exige un compromiso con un alto nivel de conocimientos en el área respectiva tanto de productos agropecuarios como materiales de construcción de equipos y adecuaciones técnico sanitarias por parte del ingeniero de alimentos, tanto en las empresas como en los centros universitarios.

Dada la fundamentación y formación académica el ingeniero de alimentos, tiene la capacidad de crear y manejar su propia empresa enmarcada en el concepto de PYMES o la prestación de servicios en la industria privada o en el gobierno como un profesional conocedor de procesos de producción y conservación de alimentos, equipos y productos, de insumos, materiales de proceso y empaques, de la maquinaria y equipos, de la legislación nacional e internacional y de la tecnología necesaria para la transformación y desarrollo de alimentos.

Campos de Acción

Un ingeniero de alimentos se puede desempeñar en las siguientes áreas:

- En producción, programa y diseña los procesos destinados a obtener alimentos transformados y analizar y verificar su calidad. Vigila la gestión de saneamiento de la compañía, abastecimiento de agua y manejo de subproductos. En asocio con otras áreas, confirma especificaciones de materia prima, optimiza el proceso a lo largo de la cadena de producción y comercialización para proteger la salud del consumidor, asegurar las especificaciones nutricionales y el cumplimiento de las disposiciones legales, manteniendo los costos de producción dentro de márgenes rentables.
- En investigación aplicada, estudia los aspectos ingenieriles de acuerdo con las características sensoriales, fisicoquímicas, reológicas y microbiológicas de alimentos e ingredientes utilizados en los procesos de producción con el propósito de proponer procesos y adoptar tecnología que garantice su rentabilidad y la calidad del producto.
- También puede desempeñarse en asistencia técnica, consultoría y apoyo a la legislación y normativa alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

ACOFI. Contenidos Programáticos Básicos para Ingeniería, primera versión, Pág.47-55. Bogotá, D.C. 2004.

ACOFI - ICFES. Actualización y modernización del currículo de ingeniería de alimentos. Documento final. Arfo Editores Ltda. 34p. Santa fe de Bogotá, D.C. 1999.

PUBLILEGIS. Guía del Estudiante. Tecimpre S.A. Bogotá, D.C. 324. 2002.

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE ANTECEDENTES Y REFERENTES DE LA EVALUACIÓN EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Este capítulo resume la experiencia de los ECAES de Ingeniería en Colombia. En cada caso se describen sus objetivos generales y particulares, aspectos prácticos de la aplicación masiva de cada uno de estos exámenes, se incluyen las especificaciones y contenidos referenciales de estas pruebas en Ingeniería.

Esta información ha servido para analizar las experiencias en el manejo de estas evaluaciones, y ha permitido adaptar algunos conceptos para la construcción de la presente propuesta de evaluación por competencias de los ECAES en el futuro.

EXAMEN ECAES EN INGENIERÍA EN COLOMBIA

Entre el año 1998 y 2000, la Asociación Colombiana de Ingenieros Eléctricos y Mecánicos, ACIEM con el apoyo del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, desarrolló el Proyecto "*Exámenes para Ingenieros*", el cual culminó con la aplicación piloto de los Exámenes de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Mecánica en el año 2001. En esta primera aplicación, se evaluaron cerca de 1000 estudiantes de último año de los programas de Ingeniería Mecánica del país.

Para en el año 2002, la aplicación de ECAES se extendió a otros programas, como Medicina y Derecho y en 2003, se aplicó a 26 pregrados. Se espera que para 2005, la aplicación de ECAES se amplíe a 46 programas de pregrado en Colombia.

Experiencia de ingeniería Mecánica

En lo que respecta a los ECAES en Ingeniería Mecánica, el ICFES, con el apoyo académico de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, convocó a la comunidad académica, para el desarrollo y refinamiento de los ECAES, facilitando, así, una amplia participación de profesores en el diseño de las pruebas de evaluación de la calidad.

Las actividades conducentes al desarrollo de instrumentos de evaluación adecuados, fueron:

- ✓ Refinamiento y desarrollo de acuerdos académicos en las Especificaciones y Estructura del Examen, detallando los contenidos básicos por áreas y subareas de conocimiento en la formación de Ingenieros mecánicos.
- ✓ Definición de la población objetivo a quien va dirigida la prueba y de los dominios del conocimiento ha ser evaluados.
- ✓ Tipos de preguntas que constituyen la prueba
- ✓ Elaboración de preguntas por parte de Profesores de las universidades del país
- ✓ Talleres de Revisión, Aprobación y Juicio de expertos sobre las preguntas que pueden constituir el examen

- ✓ Ensamble de las pruebas
- ✓ Desarrollo de documentos guía a los estudiantes para la preparación del examen y difusión de las especificaciones
- ✓ Aplicación de la Prueba
- ✓ Análisis de Resultados y difusión a la comunidad académica

Los exámenes desarrollados en Ingeniería Mecánica hacen especial énfasis en la evaluación de los conceptos básicos, de cada una de las áreas evaluadas, concediendo menor relevancia a la solución numérica de problemas de Ingeniería.

Para el año 2002 se recibieron aproximadamente 1500 preguntas, construidas por 125 docentes de 15 programas de Ingeniería Mecánica de todo el país.

El proceso general de elaboración de los ECAES ha constituido un valioso y exitoso ejercicio interinstitucional – académico, y con la información que se obtuvo se enriqueció enormemente el texto de las especificaciones del mismo.

El ECAES –2002 para Ingeniería Mecánica se estructuró en dos campos: Formación Básica y Formación Profesional. El primer campo incluyó las áreas de Matemáticas, Física, Química y Humanidades; mientras que, el campo de Formación Profesional consideró los contenidos de Termodinámica y Fluidos, Materiales de Ingeniería, Procesos de Manufactura, Diseño de Maquinas, un área Interdisciplinaria y otra de Pensamiento Crítico. Los procesos de pensamiento que se incluyeron en la evaluación del conocimiento son el recuerdo, la comprensión, la aplicación y el análisis. Las preguntas que comprendieron el examen fueron de tres tipos: Selección Múltiple-Única Respuesta, Selección Múltiple-Múltiple Respuesta y de Análisis de Relación.

El ECAES - 2002 en Ingeniería Mecánica se aplicó a 1500 estudiantes de último año. El examen consistió de 120 preguntas, en una jornada de 8 horas, divididas en la sesión de la mañana y tarde, cada una de 4 horas. Los resultados emitidos por el ICFES fueron entregados de manera individual a los estudiantes y de manera global a cada institución con los resultados de sus estudiantes, discriminados en cada una de las áreas de conocimiento evaluadas.

Experiencia en otras denominaciones

Para las versiones del ECAES de 2003 y 2004, el Estado a través del ICFES decidió ampliar la aplicación de los exámenes a 15 especialidades de Ingeniería, las cuales fueron:

- ✓ Ingeniería Agrícola
- ✓ Ingeniería Alimentos
- ✓ Ingeniería Ambiental
- ✓ Ingeniería Civil
- ✓ Ingeniería Eléctrica
- ✓ Ingeniería Electrónica
- ✓ Ingeniería Geológica

- ✓ Ingeniería Industrial
- ✓ Ingeniería Materiales
- ✓ Ingeniería Mecánica
- ✓ Ingeniería Metalúrgica
- ✓ Ingeniería de Minas
- ✓ Ingeniería Química
- ✓ Ingeniería de Sistemas
- ✓ Ingeniería Telecomunicaciones

El ICFES estableció un nuevo convenio con ACOFI, el cual se basó en la replica de la experiencia adquirida en el desarrollo de los ECAES en Ingeniería Mecánica de años anteriores. Las versiones de ECAES de las 15 especialidades de Ingeniería para ser aplicadas en 2003 y 2004 fueron elaboradas entre Febrero y Septiembre de 2003.

La estructura de las pruebas, se basó en el trabajo realizado por un Comité Académico Ad-hoc, en el cual participaron directivos y profesores de los programas de ingeniería del país.

Para el desarrollo de las especificaciones de cada especialidad de Ingeniería, se realizó una exhaustiva revisión por parte de la comunidad académica, en reuniones con directores y decanos de las especialidades. Éstas fueron sometidas a los ajustes pertinentes, y se encuentran disponibles para ser discutidas permanentemente por la comunidad académica.

Para desarrollar el proceso de la construcción de preguntas, ACOFI realizó talleres regionales. El objetivo principal de estos talleres fue entrenar profesores de todo el país en aspectos básicos de construcción de preguntas. Como resultado, se recibió el aporte de cerca de 15.000 preguntas de 1.200 profesores de las universidades colombianas.

Con un equipo de cerca de 300 profesores de ingeniería, se revisaron las preguntas recibidas y con el aporte de un grupo de psicólogos se aprobaron 3.500 preguntas, que constituyeron los instrumentos de prueba de los ECAES 2003 y 2004.

Los ECAES en Ingeniería preservan la estructura original dispuesta en la experiencia de Ingeniería Mecánica de años anteriores, consistente en: exámenes de 120 preguntas, 3 tipos de preguntas, 4 procesos de pensamiento evaluados y 2 sesiones de 4 horas de aplicación del examen.

APLICACIÓN DE ECAES EN INGENIERÍA – 2003

Hacia finales de Noviembre 2003, se aplicó el ECAES – INGENIERÍA –2003 a 28.588 estudiantes de último año de 15 especialidades de Ingeniería de todo el país. La tabla 4 indica el número de estudiantes evaluados para cada especialidad.

TABLA 4. - COBERTURA ECAES - INGENIERÍA - 2003

Especialidad	Estudiantes
Ingeniería de Sistemas	8,332
Ingeniería Industrial	5,674
Ingeniería Electrónica	3,648
Ingeniería Civil	3,593
Ingeniería Ambiental	2,110
Ingeniería Mecánica	1,575
Ingeniería Química	1,073
Ingeniería de Alimentos	636
Ingeniería Eléctrica	793
Ingeniería de Telecomunicaciones	426
Ingeniería Agrícola	222
Ingeniería de Minas	208
Ingeniería Metalúrgica	122
Ingeniería Geológica	114
Ingeniería de Materiales	62
TOTAL	28,588

Note que cerca del 50% de los estudiantes evaluados pertenecen a los programas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Industrial.

Los estudiantes evaluados pertenecen a 344 programas de Pregrado en Ingeniería provenientes de 80 universidades del país.

Como decisión de la comunidad académica, se logró que cerca del 45% del examen fuera común (las mismas preguntas) a todas las especialidades de Ingeniería, en las áreas de Matemáticas, Física, Humanidades y Económico-Administrativa, y entre algunas especialidades, áreas comunes como Química, Biología, Ciencias de la Tierra.

La figura 1 resume los resultados generales de los ECAES-2003 en Ingeniería, en lo que respecta a valores promedio de respuestas acertadas de un total de 120 preguntas, contra la correspondiente desviación estándar de preguntas acertadas de todos los estudiantes evaluados en cada especialidad de Ingeniería.

Los ECAES resultaron de mediana dificultad y con un alto nivel de confiabilidad, de acuerdo a la teoría y el análisis clásico de ítem.

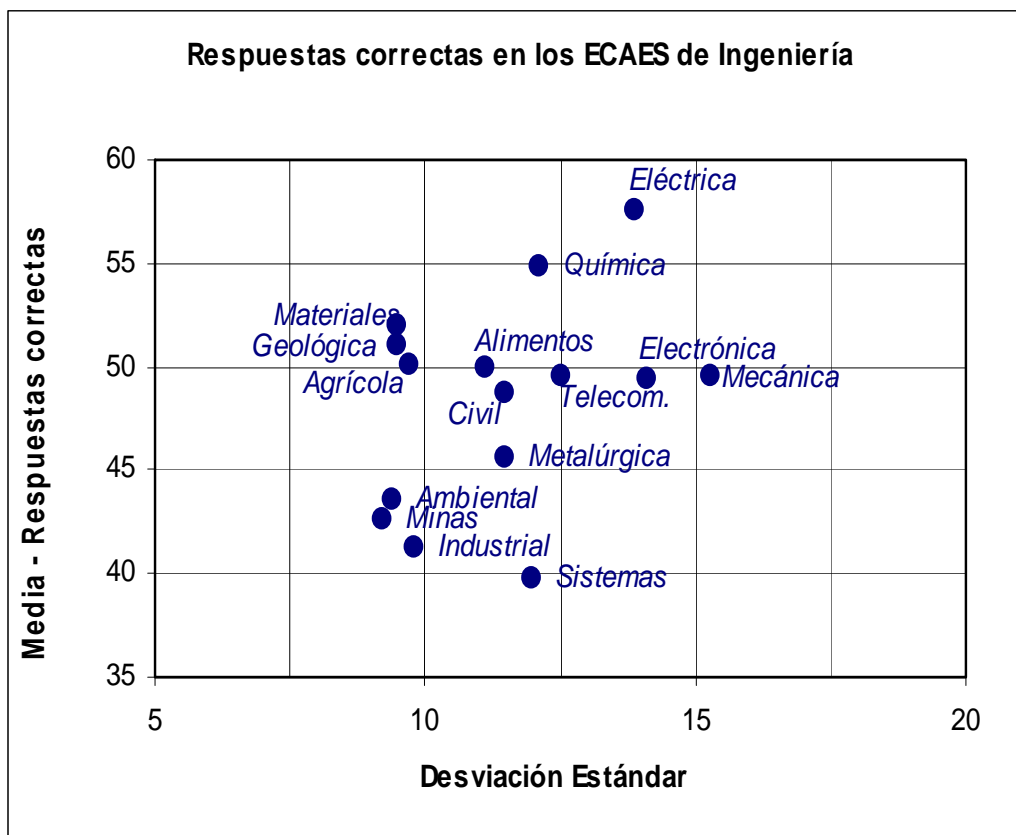


FIGURA 1. – RESULTADOS GENERALES ECAES - INGENIERÍA – 2003

ECAES EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Este examen fue presentado por 636 estudiantes de Ingeniería de Alimentos, pertenecientes a 12 programas de pregrado de todo el país.

La calificación final del examen se realizó sobre 119 preguntas, el valor promedio de preguntas acertadas fue de 50 (42%) y la desviación estándar de 11.1 (9.3%). El estudiante con más alto puntaje respondió 103 preguntas acertadas y el de más bajo puntaje respondió 20 preguntas acertadas. Los resultados fueron presentados a la comunidad académica, clasificando a los estudiantes en tres grupos, de acuerdo a su rendimiento en el ECAES con respecto al número de preguntas acertadas en la prueba, así:

Grupo de Bajo rendimiento: estudiantes que respondieron entre 18 y 38 preguntas acertadas (184 estudiantes)

Grupo de Mediano Rendimiento: estudiantes que respondieron entre 38 y 58 preguntas acertadas (279 estudiantes)

Grupo de Alto Rendimiento: estudiantes que respondieron entre 58 y 102 preguntas acertadas (173 estudiantes)

CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE INGENIEROS

La estructura general de evaluación de ingenieros, en general, en Colombia es similar a otros países (Estados Unidos, México, Brasil), con exámenes de selección múltiple, de 8 a 12 horas de duración, y entre 120 y 220 preguntas.

Se debe reconocer que la experiencia colombiana en la evaluación de ingenieros de alimentos ha sido enriquecedora y ha servido a la comunidad académica para evolucionar y aplicar políticas de mejoramiento de la calidad en la formación de ingenieros de alimentos, y sobre la cual se construye esta propuesta ECAES para 2005-2006.

ACOFI ha realizado los contactos iniciales con el Centro Nacional de Evaluación, CENEVAL de México, INEP de Brasil y Educational Testing Service de Estados Unidos, para compartir y aprender de las experiencias adquiridas; además de considerar la posibilidad que en futuras aplicaciones de los respectivos exámenes se puedan compartir bloques de preguntas y así iniciar las acciones que correspondan para que los exámenes de evaluación de ingenieros empiecen a tener un carácter internacional y por qué no, para que sea aplicado a otros países de la región.

BIBLIOGRAFÍA

ACOFI, Memorias del Seminario Internacional: Compromiso de la Evaluación Objetiva con el Mejoramiento de la Calidad de la Educación Superior, Bogotá, Enero 27-30 de 2004.

ICFES - ACOFI, Especificaciones del Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior (ECAES) en Ingeniería Mecánica 2002-2003. Bogotá, Septiembre de 2002 – Mayo 2003 (Editado por: Álvaro Pinilla)

ICFES - ACOFI, Especificaciones del Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior (ECAES) en Ingeniería de Alimentos 2003-2004, Bogotá, Agosto de 2003.

PINILLA, A., SILVA, E., GONZÁLEZ, L.: Presentación de Resultados - Informe Final de Exámenes de Estado de la Calidad de la Educación Superior – ECAES Ingeniería – 2003, Contrato ICFES – ACOFI, Febrero 2004. Bogotá, Colombia.

CAPITULO 4. DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE PREGRADO EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Frente a los crecientes retos que impone el nuevo orden mundial como la globalización, el desmantelamiento paulatino de los estados y el surgimiento de los grandes bloques mundiales, al igual que los problemas sociales en el ámbito internacional, nacional y regional, hoy más que nunca, los programas de ingeniería de alimentos están llamados a contribuir no sólo con las directrices en el campo alimentario.

La ingeniería de alimentos es la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos a la planificación, implantación y funcionamiento de la industria alimentaria tanto en sus aspectos técnicos como económicos, al desarrollo de nuevos productos y la optimización de procesos tendientes a mejorar la seguridad alimentaria, apoyar la transferencia de tecnología y la eficiencia en la producción, sin agotar la base de los recursos naturales ni deteriorar el medio ambiente.

En tal sentido, la formación debe capacitar al ingeniero de alimentos para que esté en condiciones de plantearse problemas en torno a la alimentación, de reflexionar, analizar problemas y buscar soluciones alternativas para lograr procesos de transformación y conservación que estén de acuerdo con la realidad nacional del sector y de diseñar procesos encaminados a obtener alimentos sanos, seguros, económicamente rentables y socialmente aceptables, con el fin de ser comercializados en el mercado nacional e internacional con criterios de competitividad y calidad.

En Colombia en el año 1996, ACOFI, realizó la actualización curricular para el programa de ingeniería de alimentos, trabajo que presentó las principales características de su estructura curricular. En el año 2003 ACOFI conjuntamente con ICFES revisó este trabajo, para la preparación de los ECAES de los años 2003 y 2004. Con base en esta información, a continuación se plasman los contenidos referenciales resumidos, que se enseñan en la ingeniería de alimentos en nuestro país:

CONTENIDOS REFERENCIALES

Para la prueba se utilizará la agrupación de contenidos en las áreas de conocimiento definidas por la Resolución 2773 DE 2003 del MEN. En cada área se incluyen los contenidos definidos para los ECAES 2003-2004. La definición de estas áreas y de los contenidos en cada área ha sido el resultado del trabajo continuado de la comunidad académica de ingeniería en la última década. Para ingeniería de Alimentos los contenidos en cada área se resumen en la tabla 5.

TABLA 5. CONTENIDOS REFERENCIALES RESUMIDOS

ÁREA		CONTENIDOS
ABREVIATURA	NOMBRE	
CB	CIENCIAS BÁSICAS	<ul style="list-style-type: none">- Matemáticas- Física- Química- Biología
BI	CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	<ul style="list-style-type: none">- Fenómenos de transporte y termodinámica
IA	INGENIERÍA APLICADA	<ul style="list-style-type: none">- Operaciones de conservación- Industrias alimentarias
C	FORMACIÓN COMPLEMENTARIA	<ul style="list-style-type: none">- Ciencias económico - administrativas- Ciencias Sociales y humanidades

BIBLIOGRAFÍA

ACOFI. Contenidos Programáticos Básicos para Ingeniería, Primera Versión. Bogotá. 2004.

CAPÍTULO 5. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS COMPETENCIAS Y COMPONENTES DEL ECAES EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

De acuerdo con los referentes nacionales e internacionales (que caracterizan a la ingeniería de Alimentos) descritos en los Capítulos 1 y 2 del presente documento, su objeto de estudio y los contenidos referenciales, indicados en el Capítulo 4, junto con la experiencia de la evaluación externa realizada en Colombia y otros países, son el sustento para establecer los criterios para definir las características de las competencias y componentes de evaluación, que son la estructura del Capítulo que se muestra a continuación, como parte estructural del Marco de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Prueba para la los ECAES de Ingeniería de Alimentos.

La comunidad académica en ingeniería se encuentra comprometida con transformaciones que permitan cualificarla y que sea un desarrollo moderno de ella capaz de enfrentar los nuevos contextos de su desempeño, así como el de sus ingenieros. Se espera que la introducción del concepto de competencia (si se hace correctamente) pueda ser una estrategia interesante en el mejoramiento de la educación superior.

En los últimos años, el concepto de competencias ha venido ganando terreno en los diferentes niveles de la educación y tomando diversas formas e interpretaciones; recientemente esta idea ha comenzado a ser utilizada en la formación de ingenieros. Por ello, diferentes países e instituciones de educación superior, que ofrecen programas de ingeniería, han dado pasos en la dirección de introducir este concepto en sus procesos de enseñanza y estructuras curriculares.

A título ilustrativo, sin pretender realizar un estudio de antecedentes, vale la pena mencionar los criterios ABET 2000, el trabajo del proyecto TUNING Europeo, los recientes exámenes de estado para ingenieros de Brasil y un número importante de trabajos en diferentes escuelas de ingenieros, en los cuales, se encuentra el concepto de competencias manejado con diferentes matices.

De otra parte, en el contexto nacional la comunidad académica de ingeniería en Colombia, representada en ACOFI, ha venido realizando un número importante de trabajos de reflexión, a lo largo de varios años, sobre el tema de las competencias esperadas de los graduados de los programas de ingeniería. El ICFES, a su vez, respondiendo a la políticas de evaluación y mejoramiento de la calidad de la educación definidas por el estado Colombiano, ha aplicado en los últimos años pruebas basadas en competencias en los niveles en educación básica y media. El modelo de evaluación del ICFES esta centrado en los procesos cognitivos que incluyen las dimensiones o acciones de competencia: *interpretativa, argumentativa y propositiva*. Este modelo ha sido aplicado en las pruebas de Evaluación de la Educación Básica – SABER, en las Pruebas ICFES de Evaluación de Educación Media y algunas de Pruebas de Evaluación de la Educación Superior – ECAES el año pasado. A partir de este año la prueba ECAES para los programas de ingeniería del país, está basada en el concepto de competencia.

MARCO CONCEPTUAL PARA UN EXAMEN ORIENTADO POR COMPETENCIAS PARA INGENIERÍA

Existe una dinámica mundial de cambios curriculares en la educación en ingeniería que promueve una formación orientada al desarrollo de habilidades, capacidades o competencias¹, estos cambios curriculares reflejan en últimas un cambio de los objetivos del proceso de formación, desde el saber, al saber hacer y el ser. Existe un gran número de instituciones de educación en ingeniería en las cuales se está orientando en el desarrollo de sus currículos una formación orientada por las competencias requeridas, en los nuevos escenarios de desempeño, para los ingenieros. Estos trabajos no siempre expresan su intencionalidad en dirección de las competencias, pero resultan finalmente cercanos al concepto. Solamente a título indicativo se mencionan cambios y experiencias en instituciones como el Massachusetts Institute of Technology (MIT), California Institute of Technology (CALTECH), Universidad de Colorado, Universidad de Drexel en EEUU, Danske Tekniske Universitet (DTU) en Dinamarca, Ecole de Mines de Nantes y Ecole de Mines de Saint Etienne en Francia.

Sobre las competencias existen diversas definiciones y a continuación presentamos algunas que son relevantes para la especificación de la prueba ECAES para ingeniería.

En el ámbito educativo Colombiano el ICFES plantea la competencia como “un saber hacer en contexto”, es decir, el conjunto de acciones que un estudiante realiza en un contexto particular y que cumple con las exigencias específicas del mismo” (ICFES, Nuevo Examen de Estado, Cambios para el Siglo XXI, Propuesta general, 1998).

El grupo de trabajo en competencias de la Universidad Nacional plantea la competencia como “*una actuación idónea que emerge en una tarea concreta, en un contexto con sentido. La competencia o idoneidad se expresan al llevar a la práctica, de manera pertinente, un determinado saber teórico*” (Universidad Nacional de Colombia, 2000)

De otra parte, Torrado define la competencia como un conocimiento que se manifiesta en un saber hacer o en una forma de actuar frente a tareas que plantean exigencias específicas y que ella supone conocimientos, saberes y habilidades, que emergen en la interacción que se establece entre el individuo y una situación determinada.

Estas, entre otras definiciones apuntan a concebir la competencia como un conjunto de características propias del ser humano que se ponen en juego en un contexto específico y particular, evidenciada a través de acciones concretas que se consideran indicadores de la misma.

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

INTERPRETACIÓN, ARGUMENTACIÓN, PROPOSICIÓN

Aquí se plantea la clasificación de las competencias cognitivas sobre el cual se fundamenta, el modelo de evaluación del ICFES. La propuesta de Componentes

¹ Si bien estos tres conceptos en opinión de los especialistas no son completamente equivalentes, en varios escenarios se manejan como sinónimos con el mismo espíritu.

disciplinares y profesionales se articula con estas competencias cognitivas, sin detrimento de las definiciones y objetivos generales de esta evaluación por competencias propuesta por ACOFI, y contenida en versiones preliminares de este marco de fundamentación de los Ecaes en Ingeniería 2005 (ACOFI, 2005).

Se debe tomar como punto de partida, la definición misma de las competencias cognitivas y su articulación y armonización con el lenguaje de la Ingeniería.

➤ **COMPETENCIA INTERPRETATIVA**

Se define como aquella acción encaminada a encontrar el sentido de un texto, un problema, una gráfica, un plano de ingeniería, un diagrama de flujo, una ecuación, un circuito eléctrico, entre otras situaciones, donde se le proporciona un contexto al estudiante.

La interpretación sigue unos criterios de veracidad, los cuales no implican sólo la comprensión de los contextos, sino que se debe dirigir a la situación concreta y reflexionar sobre sus implicaciones y los procesos de pensamiento involucrados son el recuerdo, la evocación, comprensión, análisis, medición, etc.

➤ **COMPETENCIA ARGUMENTATIVA**

Es aquella acción dirigida a explicar, dar razones y desarrollar ideas de una forma coherente con el contexto de la disciplina evaluada. Los puntos relacionados con esta competencia exigen dar cuenta de un saber fundamentado en razones coherentes con los planteamientos que se encuentran en el texto.

Se contextualiza la argumentación en acciones como la resolución de problemas, los fundamentos de un diseño de ingeniería, la organización de la información, la proyección de la información, la explicación de eventos, fenómenos, la formulación de soluciones a través de un gráfico, un plano, un diagrama, etc.

➤ **COMPETENCIA PROPOSITIVA**

Es aquella acción cuyo fin persigue que el estudiante proponga alternativas que puedan aplicarse en un contexto determinado; por lo tanto, se espera que la solución que escoja corresponda con las circunstancias que aparecen en la formulación de un problema. Así mismo, el estudiante deberá generar hipótesis y proponer alternativas de solución a los problemas de ingeniería que cubran aspectos como los ambientales, de manufacturabilidad, económicos, entre otros; y propondrá acciones de aplicación, evaluación o/y optimización de una solución en un contexto de ingeniería dado.

Como se puede desprender de estas definiciones, resulta complejo dividir expresamente las acciones de competencia en el marco de la preparación de los ingenieros; por lo cual no es fácil demarcar una frontera específica entre estas acciones y los niveles de desempeño de cada una de las competencias.

Es importante mencionar que la evaluación por competencias es un proceso que exige mucha creatividad; debido a que las nuevas pruebas buscan medir competencias, las preguntas se deben diseñar con el fin de evaluar aspectos relevantes de formación del ingeniero de alimentos. Aunque la evaluación de hechos particulares es importante, la comprensión conceptual, los procedimientos, la solución de problemas complejos, la apropiación del conocimiento y la posibilidad de hacer extrapolación del mismo a situaciones novedosas, pueden proporcionar una retroalimentación más confiable para medir la calidad general de los programas.

COMPONENTES DISCIPLINARES Y PROFESIONALES DE LOS INGENIEROS EN COLOMBIA

A continuación se presenta un compendio de las competencias esperadas, que se plantean, en los diferentes estudios mencionados en la introducción del capítulo, para los profesionales en general y para los profesionales de ingeniería en particular.

Competencias que un profesional de cualquier disciplina o profesión debe tener al finalizar su formación de pregrado:

- Actitud y capacidad para el aprendizaje continuo a lo largo de la vida (tanto de temas de su profesión o disciplina, así como de otras áreas que le permitan comprender a nivel local y global, el contexto histórico, político, social, económico y ambiental de su quehacer)
- Actitud y capacidad para trabajar en grupos multidisciplinarios y multiculturales en contextos nacionales e internacionales.
- Habilidad para trabajar de manera autónoma
- Capacidad de análisis, síntesis, planeación, organización y toma de decisiones.
- Capacidad para aplicar el conocimiento en la práctica
- Excelente capacidad comunicativa (oral y escrita) en lengua nativa, en una segunda lengua y en lenguajes formales, gráficos y simbólicos.
- Creatividad (capacidad para inventar, innovar, pensar fuera de la caja, crear de manera artística, eso es, capacidad para proponer soluciones novedosas a problemas y retos que traerá el futuro).
- Ingenio (capacidad de combinar, adaptar y planear soluciones prácticas a problemas complejos)
- Iniciativa, espíritu empresarial, capacidad de emprendimiento, liderazgo y actitud triunfadora para desarrollar acciones y construir empresas exitosas que lleven a la realidad las soluciones que propone, aplicando de manera efectiva en estas los principios de los negocios y la administración.
- Compromiso con la calidad.
- Dinamismo, agilidad, elasticidad y flexibilidad (para adaptarse al carácter incierto y cambiante del mundo).
- Ética profesional y responsabilidad social como orientadoras de su quehacer.
- Actitud hacia el desarrollo de acciones para mejorar las condiciones de vida de la población.
- Habilidad y actitud investigativa.

- Habilidad para administrar información (habilidad para recolectar, analizar y seleccionar información de diversas fuentes)
- Habilidades críticas y auto-críticas.
- Habilidades interpersonales.
- Habilidades computacionales básicas.

Competencias específicas adicionales que un profesional de ingeniería debe tener al finalizar su formación de pregrado:

- Habilidades analíticas fuertes.
- Comprensión de las matemáticas, las ciencias naturales y las herramientas modernas de la ingeniería.
- Capacidad para modelar fenómenos y procesos.
- Capacidad para resolver problemas de ingeniería aplicando el conocimiento y la comprensión de las matemáticas, las ciencias naturales y las herramientas modernas de la ingeniería, utilizando un lenguaje lógico y simbólico.
- Capacidad para diseñar, gestionar y evaluar sistemas y procesos de ingeniería, teniendo en cuenta el impacto (social, económico y ambiental).

Todas las competencias listadas son objetivos centrales en la formación de ingenieros competitivos, i.e., son competencias que deben ser desarrolladas y evaluadas, de manera explícita, en los currículos de ingeniería. Pero no todas estas competencias son evaluables una prueba masiva escrita de calificación automática como los ECAES.

Con el de propósito especificar la prueba ECAES se tomaron las competencias listadas y se eliminaron aquellas que no son evaluables en prueba masiva escrita de calificación automática, entre estas se tiene: actitud y capacidad para el aprendizaje continuo a lo largo de la vida; capacidad para trabajar en grupos multidisciplinarios y multiculturales en contextos nacionales e internacionales; creatividad; ingenio; adaptabilidad, iniciativa; espíritu empresarial; capacidad de emprendimiento, liderazgo; la actitud triunfadora, ética profesional; responsabilidad social; actitud investigativa; etc.

Luego se hicieron agrupaciones de varias componentes que se podían evaluar de manera integrada. Estas son:

- Modelamiento de fenómenos y procesos: entendida como la concepción de esquemas teóricos, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión, análisis, aplicación y el estudio de su comportamiento.
- Resolución de problemas de ingeniería: Se entiende como las soluciones referidas a cualquier situación significativa, desde elementos dados hasta elementos desconocidos, sean estos reales o hipotéticos; requiere pensamiento reflexivo y un razonamiento de acuerdo con un conjunto de definiciones, axiomas y reglas. Se pretende lograr esta competencia a través de las ciencias básicas, y con ello tener una fundamentación conceptual muy sólida en la matemática y ciencias naturales (física,

química, biología); esto le genera estructura de pensamiento lógico y simbólico y le da las herramientas básicas para la innovación y el desarrollo tecnológico.

- Comunicación: referido a las capacidades que permiten un manejo adecuado del lenguaje tanto en un contexto cotidiano como científico. Implica además del manejo de los aspectos formales de la lengua, la comprensión de la intención comunicativa, en donde el lenguaje es el vehículo para entender, interpretar, apropiarse, expresar y organizar la información que proviene de la realidad y la ficción; es intercambiar y compartir ideas, saberes, sentimientos y experiencias, en situaciones auténticas de comunicación.

Es una característica que se viene reclamando por parte del sector empresarial y de la cual se quiere hacer énfasis en la formación integral del ingeniero; se enfatiza que el ingeniero debe ser competente expresando ideas y que, además, pueda escribirlas y argumentarlas correctamente.

- Diseño, gestión y evaluación: se expresa como la dimensión resultante del análisis y el cálculo; es encontrar las correctas proporciones y las soluciones económicas; determinar características, aplicar sistemas y procesos que permitan encontrar las óptimas alternativas; lograr el mejor aprovechamiento de los materiales, de los recursos, que aseguren su sostenibilidad y preservación del medio ambiente; estimar, apreciar y calcular el valor de algo; llevar a cabo las acciones y efectos derivados de administrar, con el propósito de lograr los objetivos propuestos, entre otros.

A partir de estas competencias propias del ingeniero se estructuraron los elementos de evaluación en la prueba ECAES. Desde esta perspectiva se asumen unas características comunes para todas las ingenierías y unas específicas para cada programa a evaluar, y que para efectos de la evaluación se denominan Componentes, los cuales son:

- a. Modelamiento de fenómenos y procesos.
- b. Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales (Física, química y biología) y las matemáticas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico.
- c. Comunicación efectiva y eficazmente en forma escrita, gráfica y simbólica.
- d. Diseño, gestión y evaluación de sistemas y procesos de ingeniería, teniendo en cuenta el impacto (social, económico y ambiental).

En lo referido a la componente d, para el caso de Ingeniería de Alimentos, se desagrega así:

- Diseño de sistemas, componentes o procesos que contemplan los principios de deterioro y conservación de los alimentos y su aplicación a formas de procesamiento y conservación bajo especificaciones deseadas
- Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión proyectos de ingeniería

La tabla 6 conjuga lo expresado arriba, y propone la estructura de prueba para los ECAES en Ingeniería de Alimentos, de acuerdo a las competencias cognitivas: interpretación, argumentación y proposición.

DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE PRUEBA ECAES PARA INGENIERÍA DE ALIMENTOS			
COMPONENTES DE LA PRUEBA	COMPETENCIA COGNITIVA Interpretación	COMPETENCIA COGNITIVA Argumentación	COMPETENCIA COGNITIVA Proposición
Modelamiento de fenómenos y procesos	Identifica los aspectos y características relevantes de un fenómeno o proceso	Establece y analiza relaciones que representan fenómenos o procesos y modela fenómenos y procesos	Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos que representan un fenómeno o proceso
Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico	Identifica y comprende las variables que definen un problema	Selecciona métodos apropiados y resuelve un problema	Plantea hipótesis y genera alternativas de solución de un problema
Comunicación efectiva y eficaz en forma escrita, gráfica y simbólica	Lee, comprende e interpreta textos científicos, gráficas, datos e información experimental, planos e imágenes de sistemas mecánicos	Argumenta ideas técnicas a través de textos, gráficas, reportes de datos experimentales, planos e imágenes.	Propone ideas técnicas a través de textos, gráficas, reportes de datos experimentales, planos e imágenes.
Diseño de sistemas, componentes o procesos que contemplan los principios de deterioro y conservación de los alimentos y su aplicación a formas de procesamiento y conservación bajo especificaciones deseadas	Identifica y comprende las propiedades e interacciones de los componentes de los alimentos y su implicación en los procesos tecnológicos de conservación	Analiza, establece y relaciona elementos de las especificaciones	Propone métodos de conservación a partir de su comprensión de los principios de deterioro generando alternativas de solución al diseño presentado.
Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión proyectos de ingeniería de alimentos.	Identifica aspectos relevantes de un proyecto y traslada su definición a términos de ingeniería.	Analiza y establece las mejores prácticas aplicables en un proyecto y dimensiona sus consecuencias de tipo social y ambiental y formula proyectos	Propone nuevas formas de gestionar proyectos de ingeniería

TABLA 6. DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE PRUEBA ECAES PARA INGENIERÍA DE ALIMENTOS

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA, ACOFI. Actualización y Modernización Curricular en Ingeniería Industrial, Bogotá, Colombia, 1996

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA, ACOFI. Marcos de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Prueba Correspondientes a los Ecaes de Ingeniería de Alimentos. Versión 5.0. Bogotá, Abril 2005

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA, ACOFI. Memorias del Seminario Internacional: Compromiso de la Evaluación Objetiva con el Mejoramiento de la Calidad de la Educación Superior, Bogotá, Enero 27-30 de 2004.

ICFES. Evaluación Por Competencias: Matemáticas, Ciencias Sociales, Filosofía. Evolución de las pruebas de estado ICFES. – Bogotá, Cooperativa Editorial Magisterio, 2004.

ICFES. Nuevo examen de Estado. Cambios para el Siglo XXI. Propuesta general, Bogotá, 1998.

ICFES - ACOFI, Especificaciones del Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior (ECAES) en Ingeniería de Alimentos, Agosto 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS – ANISIO TEIXEIRA (INEP). Examen Nacional de Cursos – ENC/Provão – ENGENHARIA QUIMICA, Brasília, Brasil, URL: <http://www.inep.gov.br/superior/provao/> ,2003

INTERNATIONAL BUREAU OF EDUCATION GENEVA. Key competencies for all: an overarching conceptual frame of reference, February 2003

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, Brasil, 2002.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Resolución Número 2773, Bogotá, Colombia, 2003.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century, National Academies Press, Washington, DC, 2005

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Knowing what students know: the science and design of educational assessment, National Academy Press, 2001.

TORRADO M. De la Evaluación de Aptitudes a la Evaluación de Competencias. ICFES Bogotá 1998.

TUNING. Educational Structures in Europe, Final Report Phase One, Edited by Julia González and Robert Wagenaar, 2003.

UNESCO. International Bureau of Education Geneva Key Competencies for all: An Overarching Conceptual Frame of Reference in *Developing key competencies in education: some lessons from international and national experience*, Editors D. S. Rychen and A. Tiana, February 2004

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Competencias y proyecto pedagógico. Segunda edición. Bogotá. 2000.

CAPÍTULO 6. DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DE PRUEBA PARA LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

ESTRUCTURA DEL EXAMEN

El ECAES para Ingeniería de Alimentos es un examen de **160** preguntas tipo selección múltiple que cubren las áreas de conocimiento señaladas en el capítulo 4, y se diseñan para poder medir las competencias y componentes evaluables establecidas en el capítulo 5 del presente documento.

La distribución de las preguntas de acuerdo con las competencias debe responder tanto a la importancia relativa que podría tener cada una de ellas en la formación del ingeniero de alimentos como al hecho que se requieren por lo menos 20 preguntas para poder medir cada componente de la prueba.

El examen ECAES de Ingeniería de Alimentos del 2003, tuvo 120 preguntas, divididas en las 10 áreas de evaluación como se presenta en la tabla 7.

Campo	Áreas	No. de Preguntas
Formación Básica	Matemáticas	16
	Física	9
	Química	15
	Biología	10
	Humanidades	6
	Económico Administrativa	6
Formación en Ciencias Básicas de Ingeniería	Fenómenos de Transporte y Termodinámica	14
Formación Profesional	Operaciones de Conservación	14
	Industrias Alimentarias	30
Total Preguntas		120

TABLA 7. DISTRIBUCIÓN DE PREGUNTAS ECAES 2003

En este examen gran parte del campo de formación básica fue común para todas las ramas de ingeniería.

El examen ECAES 2004 fue bastante similar al del 2003: se adicionaron 20 preguntas de comprensión lectora, pero la estructura básica del examen se mantuvo, para un total de preguntas de 140 en dos sesiones de 4 horas.

Para el ECAES 2005 se propone una distribución de preguntas proporcional a la del ECAES 2003, renombrando las áreas y componentes de conocimiento de acuerdo con lo propuesto en el capítulo 5. Así mismo se propone la existencia de un núcleo común para todas las ramas de ingeniería que consistiría una porción importante de las áreas de ciencias básicas y de formación complementaria. De esta forma se sugiere en la tabla 8 una distribución de la prueba.

Tabla 8. ESTRUCTURA DE PRUEBA ECAES INGENIERÍA DE ALIMENTOS – DISTRIBUCIÓN DE PREGUNTAS

** ESTRUCTURA DE PRUEBA ECAES INGENIERÍA DE ALIMENTOS – DISTRIBUCIÓN DE PREGUNTAS					
COMPONENTES ECAES 2005-2006	Interpretación	Argumentación	Proposición	TOTAL	NUMERO DE PREGUNTAS
Modelamiento de fenómenos y procesos	14	14	12	40	20 CB
					20 BI
Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico	14	14	12	40	20 CB
					20 BI
Comunicación efectiva y eficaz en forma escrita, gráfica y simbólica	7	7	6	20	20* CB, BI, C, IA
Diseño de sistemas, componentes o procesos que cumplan con especificaciones deseadas	15	15	10	40	50 IA, BI + 10C
Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión proyectos de ingeniería de alimentos	7	7	6	20	
TOTAL	57	57	46	160	

CB: CIENCIAS BÁSICAS, BI: CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA; C: COMPLEMENTARIA; IA: INGENIERÍA APLICADA

* En la Prueba ECAES, el ICFES adiciona 20 preguntas para la evaluación de la Comprensión Lectora de los Estudiantes. Estas preguntas son comunes a todos los programas evaluados por el ICFES y no se encuentran incluidas en la presentación de esta tabla

** Se sugiere distribuir el total de la preguntas, guardando equilibrio con los contenidos referenciales, semejante a la distribución de preguntas realizado en el ECAES 2003, 2004.

COMPONENTES DE LA PRUEBA	CONTENIDOS REFERENCIALES
Modelamiento de fenómenos y procesos	CB: Matemáticas, física, química, biología BI: Fenómenos de transporte y termodinámica
Resolución de problemas, mediante la aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas utilizando un lenguaje lógico y simbólico	CB: Matemáticas, física, química, biología BI: Fenómenos de transporte y termodinámica
Comunicación efectiva y eficazmente en forma escrita, gráfica y simbólica	CB: Matemáticas, física, química, biología BI: Fenómenos de transporte y termodinámica IA: operaciones de conservación, industrias alimentarias C: Ciencias económico administrativas, ciencias sociales y humanidades
Diseño de sistemas, componentes o procesos que contemplan los principios de deterioro y conservación de los alimentos y su aplicación a formas de procesamiento y conservación bajo especificaciones deseadas	BI: Fenómenos de transporte y termodinámica IA: operaciones de conservación, industrias alimentarias
Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión proyectos de ingeniería de alimentos	IA: operaciones de conservación, industrias alimentarias C: Ciencias económico administrativas, ciencias sociales y humanidades

La estructura presentada por áreas de formación se discrimina, así:

Ciencias Básicas:	40/160 (25%)
Ciencias Básicas de Ingeniería:	40/160 (25%)
Ingeniería Aplicada:	50/160 (31.25%)
Formación Complementaria:	30/160 (18.75%)

Esta estructura corresponde a los mínimos sugeridos por ACOFI en diversos documentos académicos sobre la distribución por áreas de conocimiento de los programas de pregrado en Ingeniería que se imparten en Colombia

FORMATO DE PREGUNTAS Y REQUERIMIENTOS PARA SU ELABORACIÓN

La definición de las especificaciones permite garantizar que las pruebas diseñadas sean coherentes con el marco de fundamentación conceptual desarrollado; contemplen los recursos disponibles y ofrezcan información útil para cumplir con los propósitos de los ECAES.

TIPOS DE PREGUNTAS

Selección Múltiple con Única Respuesta

Este formato presenta un enunciado y 4 opciones de respuesta de las cuales una es la respuesta correcta.

Como la evaluación por competencias requiere de la formulación específica de un contexto, algunas preguntas deberán incluir enunciados complejos que permitan desarrollar más de una pregunta en los distintos niveles de la competencia a evaluar.

PREGUNTAS DEPENDIENTES DE UN CONTEXTO

Este formato incluye además del enunciado y las opciones de respuesta una serie de textos, ilustraciones, problemas, ensayos, situaciones a partir de las cuáles se generan 3 ó más preguntas. Son cuatro los contextos más comunes que se presentan y buscar dar cuenta de actividades tendientes a evaluar la comprensión de lectura, la solución de problemas, la interpretación y comprensión de material simbólico o gráfico.

Cada pregunta se debe presentar en el formato diseñado para tal fin, el cual se presenta a continuación.

CÓDIGO DE LA PREGUNTA

CIUDAD

FECHA

INSTITUCIÓN

AUTOR

ÁREA DE USO INTERNO. DILIGENCIADO POR GRUPO DE EVALUACIÓN

CÓDIGO DE LA PREGUNTA:

DIBUJO: SI NO

Después de esta información básica acerca del constructor y la ubicación de la pregunta de acuerdo con la estructura de prueba, se presenta el contexto o situación que sirve de marco a las preguntas.

Es necesario aclarar que en la prueba que contestan los estudiantes no se hace el desglose presentado en el formato, sino que se presenta la pregunta como un todo.

CÓDIGO: 1-**CONTEXTO (SITUACIÓN DE LA CUAL SE DESPRENDER TRES O MÁS PREGUNTAS, TENIENDO EN CUENTA QUE PARA CADA PREGUNTA SE DILIGENCIA UN FORMATO APARTE)****PREGUNTA No _____**

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	
COMPONENTE:	
CONTENIDO REFERENCIAL:	
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	

En cuanto a Nivel de Complejidad, este es la estimación de grupos de expertos sobre desempeño de la población que responden acertadamente una pregunta y se clasifica de la siguiente manera:

- Nivel de Complejidad Alta: Menos del 30% de la población da cuenta exitosa de una pregunta
- Nivel de Complejidad Media: Entre el 30% y 70% de la población da cuenta exitosa de una pregunta
- Nivel de Complejidad Baja: Más del 70% de la población da cuenta exitosa de una pregunta

Además se presenta la información de la pregunta atendiendo a la estructura de prueba y al tiempo que el estudiante emplearía para responder.

ENUNCIADO

OPCIONES DE RESPUESTA

A
B
C
D

CLAVE:

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Se resuelve la pregunta evidenciando porque la opción señalada como correcta responde de manera adecuada la pregunta.

SEÑALE LAS FÓRMULAS O TÉRMINOS QUE DEBEN SER INCLUIDOS EN EL GLOSARIO

Debe escribir aquella información que debe ser incluida en las páginas iniciales del examen, considerando que son indispensables para resolver una o varias preguntas.

PERTINENCIA (MENCIONE BREVEMENTE LAS RAZONES POR LAS QUE CONSIDERA QUE ESTA PREGUNTA PERTENECE AL UNIVERSO DE LO QUE SE QUIERE EVALUAR)

Brevemente señale las razones por las que esta pregunta hace parte de lo definido en la estructura de prueba y que justifican su inclusión en la prueba.

OBSERVACIONES

TIEMPO DE RESOLUCIÓN

El examen se realizará en dos sesiones (una en la mañana y otra en la tarde), el tiempo de resolución será de 4 horas por cada sesión.

EJEMPLOS

EJEMPLO 1

COMPETENCIA	ARGUMENTATIVA
COMPONENTE	PLANTEA HIPÓTESIS Y GENERA ALTERNATIVAS DE MODELO QUE REPRESENTA UN FENÓMENOS O PROCESO.
CONTENIDO REFERENCIAL	OPERACIONES DE CONSERVACIÓN
NIVEL DE COMPLEJIDAD	ALTO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN	5 MINUTOS

ENUNCIADO

En una industria de pasteurización de leche se debe aumentar, por una semana, la producción de leche pasteurizada, sin embargo se cuenta con un intercambiador de placas que opera, en la línea de producto, con la máxima caída de presión permitida (figura 1). Los ingenieros de planta deberían:

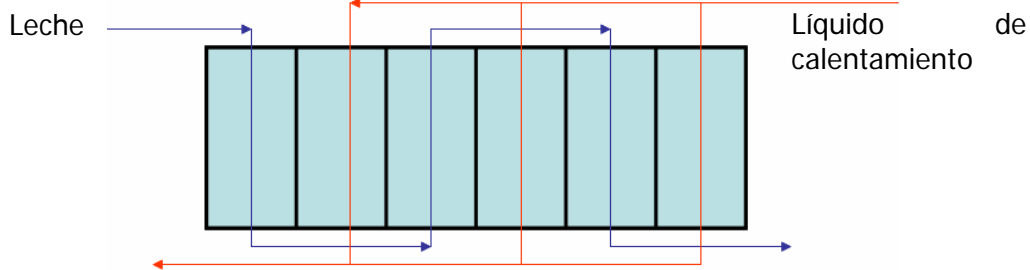


Figura 1. Arreglo de la etapa de calentamiento en el pasteurizador.

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Manteniendo el arreglo del intercambiador, aumentar el número de placas del pasteurizador, la temperatura del fluido de calentamiento y la de la leche de tal forma que se garantice un valor de F_o apropiado.
- B. Disminuir el flujo de leche y aumentar el flujo de calentamiento en el equipo manteniendo el mismo valor de F_o .
- C. Evaluar la posibilidad de aumentar el número de placas pero modificando el arreglo del flujo de leche de tal forma que se garanticen un F_o apropiado.
- D. Evaluar la posibilidad de retirar algunas placas del pasteurizador, así como un aumento tanto la temperatura del fluido de calentamiento como el flujo de leche que garanticen un F_o apropiado.

CLAVE: C.

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA.

En esta pregunta el estudiante se enfrenta a un problema de tratamientos térmicos el cual debe ser resuelto en un equipo de transferencia de calor cuyo parámetro de evaluación es evaluado desde mecánica de fluidos.

La opción A: al aumentar el número de placas y el flujo de leche se produce una caída de presión mayor lo cual la hace inviable.

La opción B: si bien la disminución del flujo de leche hace que la caída de presión sea menor pero no permite el aumento de la producción.

La opción C: se puede evaluar la posibilidad de cambiar el arreglo del flujo de leche por el de la figura 2.

de tal forma que disminuya su flujo por cada uno de los espacios entre placas y se aumente más rápidamente la temperatura.

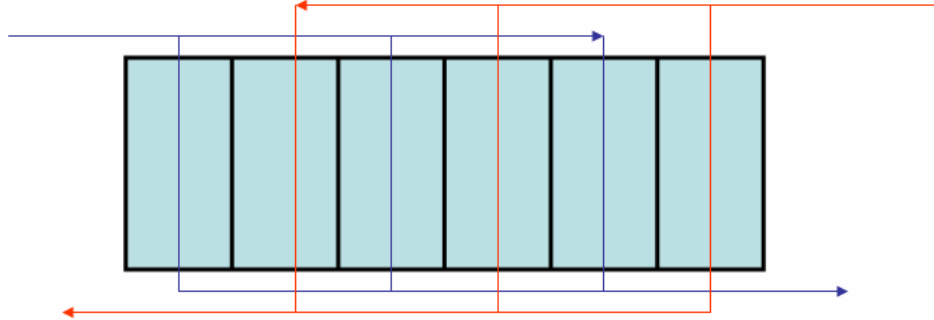


Figura 2: Arreglo modificado del flujo de leche.

La opción D: a pesar de que al retirar placas, la caída de presión disminuye, el área de transferencia de calor también lo hace, lo cual no garantiza que el proceso se lleve a cabo con buenos resultados.

EJEMPLO 2

COMPETENCIA	INTERPRETATIVA
COMPONENTE	IDENTIFICA Y COMPRENDE LAS VARIABLES QUE DEFINEN UN PROBLEMA
CONTENIDO REFERENCIAL	TRANSFERENCIA DE CALOR
NIVEL DE COMPLEJIDAD	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN	3 MINUTOS

ENUNCIADO

Durante la modelación y simulación del proceso de cocción de un alimento, por inmersión en agua caliente, se utilizan las como base del modelo la ecuación de Fourier $Q_1 = -KA \frac{dT}{dx}$ y la expresión para flujo de calor por convección $Q_2 = hA\Delta T$ en donde:

K es la conductividad térmica del alimento.

A es el área de transferencia de calor.

T es la temperatura evaluada en cualquier punto del alimento.

h es el coeficiente convectivo.

x es la posición dentro del alimento.

ΔT es la diferencia de temperaturas entre la superficie del alimento y la temperatura del medio de cocción.

Si se encuentra luego de la modelación que la temperatura interna del alimento medida experimentalmente es diferente a la encontrada con el modelo. Que modificación se debe hacer al modelo.

OPCIONES DE RESPUESTA

A. Se debe suponer que $Q_1 \neq Q_2$.

B. Se debe introducir un término de corrección (Ω) de tal forma que $Q_1 = -KA \frac{dT}{dx} + \Omega$.

C. Se debe tener en cuenta la transferencia de calor por radiación.

D. Se debe suponer que la conductividad térmica K varía con respecto a la temperatura y la composición del alimento.

CLAVE: D.

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA.

En esta pregunta el estudiante se enfrenta a un problema en fenómenos de transferencia.

La opción A no es congruente con la primera ley de la termodinámica.

La opción B transforma la ley de Fourier, de forma tal que no se tiene un sustento experimental.

La opción C, asume que debe existir una transferencia de calor por radiación, lo cual es válido, sin embargo debido a que la mayoría del calor se transfiere por convección y luego al interior del alimento por conducción, esta modificación no debe mejorar sustancialmente los resultados obtenidos con la nueva propuesta.

La opción D. la ley de Fourier supone que la conductividad térmica de un alimento es constante durante toda la operación, lo cual no es del todo cierto ya K depende de la temperatura y de la composición química del alimento que están variando durante el transcurso de la operación, luego es válido mejorar el modelo en este punto.

EJEMPLO 3

COMPETENCIA	ARGUMENTATIVA
COMPONENTE	ESTABLECE Y ANALIZA RELACIONES QUE REPRESENTAN FENÓMENOS O PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL	OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA
NIVEL DE COMPLEJIDAD	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN	3 MINUTOS

ENUNCIADO

Con el fin de realizar la modelación y simulación de la operación de destilación, para calcular una torre, un ingeniero debe tener en cuenta lo siguiente.

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Balance de materia y energía, equilibrio fisicoquímico y método numérico para la resolución del sistema de ecuaciones.
- B. Balances de materia y energía, caracterización de los líquidos a destilar.
- C. Balances de materia y energía, temperatura y presión de operación, equilibrio fisicoquímico, idealidad del sistema, tipo de destilación y características físicas de la torre, método numérico para la resolución del sistema de ecuaciones.
- D. Balance de materia y energía, equilibrio fisicoquímico, propiedades físicas y químicas de los líquidos, formación de azeotropos, estabilidad química de los líquidos con la temperatura.

CLAVE: C.

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA.

En esta pregunta el estudiante se enfrenta a la selección del tipo de información necesaria para adelantar una tarea.

La opción A y B: la información es escasa y no se conoce con suficiente especificidad las condiciones a las cuales se realiza la operación.

La opción C: tiene en cuenta las propiedades de los líquidos a separar, así como su equilibrio fisicoquímico, define las características del equipo que desea modelar y plantea la metodología por la cual se desea solucionar, la información es completa.

La opción D: Tiene información no relevante para la modelación y la simulación aun cuando oportuna para tomar la decisión de que proceso de separación se debe emplear.

EJEMPLO 4

COMPETENCIA	INTERPRETATIVA
COMPONENTE	ESTABLECE Y ANALIZA RELACIONES QUE REPRESENTAN FENÓMENOS O PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL	SISTEMAS DE CALIDAD
NIVEL DE COMPLEJIDAD	BAJO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN	3 MINUTOS

ENUNCIADO

Se ha pedido a un Ingeniero de Alimentos conformar y coordinar un grupo para la elaboración de un plan HACCP en una industria Láctea. La primera tarea del equipo deberá consistir en

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Identificar los peligros físicos, químicos y biológicos
- B. Establecer los límites de control
- C. Identificar formas de monitorear los PCC (Puntos de Control Crítico)
- D. Elaborar un diagrama de flujo del proceso

CLAVE: D

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA.

El primer paso que adelanta un equipo conformado para elaborar un plan HACCP (Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico) es la elaboración del diagrama de flujo del proceso. Los demás son algunos de los siete principios que conforman el sistema HACCP.

EJEMPLO 5

COMPETENCIA	INTERPRETATIVA
COMPONENTE	ESTABLECE Y ANALIZA RELACIONES QUE REPRESENTAN FENÓMENOS O PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL	OPERACIONES DE CONSERVACIÓN
NIVEL DE COMPLEJIDAD	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN	3 MINUTOS

ENUNCIADO

Durante el almacenamiento de frutos frescos se han presentado problemas de sobre maduración y ablandamiento que se están atribuyendo a bajos niveles de etileno en las cámaras. Esta hipótesis no es cierta por que:

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. El etileno actúa en forma activa en la presencia de otros compuestos
- B. Su producción no se da en frutos climatéricos
- C. Se sabe que aumenta la tasa de respiración.
- D. Su disminución en los tejidos no tiene efecto fisiológico

CLAVE: C

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA.

El etileno no se puede remplazar en su papel de acelerador del proceso de maduración, se produce en abundancia en los frutos climatéricos y su principal efecto es el aumento en la tasa de respiración que genera otros efectos fisiológicos que producen transformaciones en dirección del estado maduro del fruto

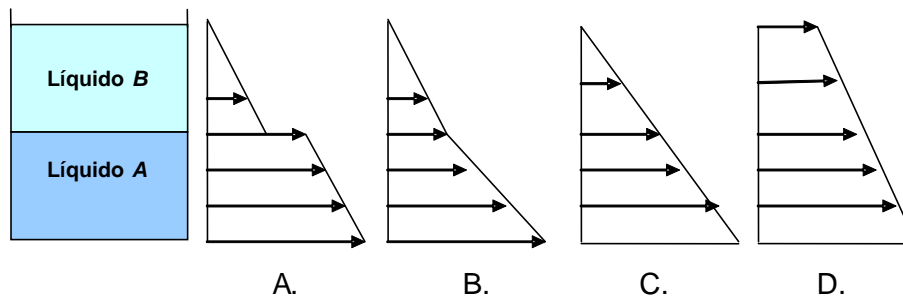
EJEMPLO 6

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	INTERPRETACIÓN
COMPONENTE:	COMUNICAR EFECTIVA Y EFICAZMENTE EN FORMA ESCRITA, GRÁFICA Y SIMBÓLICA Y DISEÑAR SISTEMAS, COMPONENTES O PROCESOS MECÁNICOS QUE CUMPLAN CON ESPECIFICACIONES DESEADAS.
CONTENIDO REFERENCIAL:	MECÁNICA DE FLUIDOS
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	3 MINUTOS

ENUNCIADO

El tanque abierto a la atmósfera mostrado en la figura contiene dos líquidos inmiscibles de peso específico γ_A y γ_B , respectivamente, uno encima del otro. Si se cumple que $\gamma_A > \gamma_B$. ¿Cuál gráfica muestra la distribución correcta de la presión manométrica con la profundidad en el tanque?.

OPCIONES DE RESPUESTA



RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

En este caso el estudiante debe aplicar conocimientos básicos de la física con respecto a la distribución de presión manométrica en un tanque. La opción *D* es incorrecta por varias razones, pero en particular porque la presión en la superficie debe ser nula. La opción *A* es incorrecta porque la presión en la altura que corresponde al límite de los dos líquidos debe ser única y no presentar saltos. La opción *C* no es posible ya que la curva no puede tener una única pendiente porque existen dos líquidos diferentes. Por lo tanto, la única posibilidad es la *B*, que se ajusta adecuadamente a la distribución hidrostática del caso mostrado y cumple con la relación de los pesos específicos de los dos líquidos ($\gamma_A > \gamma_B$).

EJEMPLO 7

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	PROPOSICIÓN
COMPONENTE:	DISEÑO DE SISTEMAS, COMPONENTES, EXPERIMENTOS Y PROCESOS QUE CUMPLAN CON ESPECIFICACIONES DESEADAS
CONTENIDO REFERENCIAL:	BIOLOGÍA
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	2 MINUTOS

ENUNCIADO

Un municipio colombiano de escasos recursos desea formular un plan de manejo para establecer una reserva ecológica protectora aledaña a un santuario de flora y fauna. Los suelos del área que se va a dedicar a la reserva están en buen estado de conservación y existe un banco adecuado de semillas. La actividad más apropiada para implementar es la siguiente:

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Plantación de especies pioneras
- B. Regeneración natural
- C. Plantación de especies exóticas
- D. Establecimiento de cultivos agrícolas

CLAVE: B. Regeneración natural

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Dado que el área en la que se establecerá la reserva ecológica está en buen estado de conservación y hay un buen banco de semillas no se requiere la plantación de especies. En las condiciones del área lo más apropiado y económico sería la regeneración natural del área.

EJEMPLO 8

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	INTERPRETATIVA
COMPONENTE:	RESOLVER PROBLEMAS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LAS MATEMÁTICAS UTILIZANDO UN LENGUAJE LÓGICO Y SIMBÓLICO
CONTENIDO REFERENCIAL:	ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS, CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA E INGENIERÍA APLICADA
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	DOS MINUTOS

ENUNCIADO

Una reacción química puede ocurrir en el rango de 400°C a 1600°C mediante un solo mecanismo reacción y una energía de activación intermedia (ni muy alta , ni muy baja); el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción es

OPCIONES DE RESPUESTA

- A. Un poco menor a temperatura baja que a temperatura alta.
- B. Mucho mayor a temperatura baja que a temperatura alta.
- C. Igual a temperatura baja que a temperatura alta.
- D. Un poco mayor a temperatura baja que a temperatura alta.

CLAVE: B

RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Al graficar la ecuación de Arrhenius en escala semilogarítmica, se observa que la escala de velocidad es logarítmica, y por lo tanto cualquier cambio en la temperatura es mayor a bajas temperaturas que a altas temperaturas.

EJEMPLO 9

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA:	Interpretativa
COMPONENTE:	Modelamiento de fenómenos y procesos
CONTENIDO REFERENCIAL:	Área de ciencias básicas, Ciencias básicas de ingeniería e Ingeniería aplicada. (teoría de probabilidades, investigación de operaciones, procesos estocásticos)
NIVEL DE COMPLEJIDAD:	Medio
TIEMPO DE RESOLUCIÓN:	2 minutos

ENUNCIADO

Los carros pasan por un punto de una autopista según un proceso aleatorio Poisson a una tasa de dos carros por minuto. Si el 15% de los carros son camionetas. Dado que 25 carros han pasado en una hora cuál es la probabilidad de que 10 de ellos hayan sido camionetas?

OPCIONES DE RESPUESTA

- a. 1.64×10^{-3}
- b. 1.74×10^{-3}
- c. 1.57×10^{-3}
- d. 1.64×10^{-2}

CLAVE: a

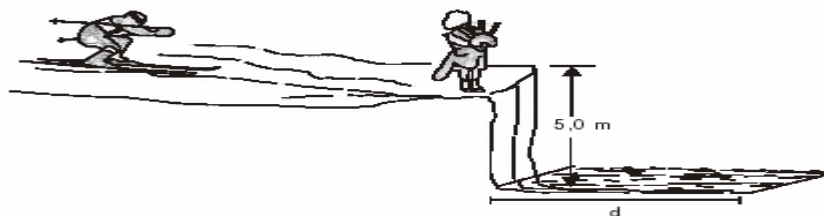
RESOLUCIÓN O JUSTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Esta pregunta tiene que ver con la modelación de problemas bajo incertidumbre utilizando conceptos de distribuciones de probabilidad discretas y procesos estocásticos. Para la resolución de la pregunta se indica que los eventos ocurren según una distribución de Poisson, lo cual determina los parámetros a utilizar.

EJEMPLO 10

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
COMPETENCIA	ARGUMENTATIVA
COMPONENTE	A : MODELAR FENÓMENOS Y PROCESOS
CONTENIDO REFERENCIAL	CB : FÍSICA (MECÁNICA)
NIVEL DE COMPLEJIDAD	MEDIO
TIEMPO DE RESOLUCIÓN	3 MINUTOS

Enunciado



Un escocés toca su gaita parado al borde de un barranco cubierto de nieve que tiene una altura de 5 m. Un esquiador, a pesar de sus esfuerzos por frenar, choca con el escocés a una velocidad de 10 m/s y se precipitan abrazados por el borde del barranco. Los dos hombres con sus respectivos pertrechos tienen, cada uno, la misma masa y la gravedad local es de 10 m/s^2 . Ellos caen a una distancia d del borde del barranco. El valor de d en metros, es (ayuda: en un choque inelástico el momento lineal se conserva) :

Opciones de respuesta

A	2.5
B	5
C	10
D	12.5

Clave B

Resolución o justificación de la respuesta

Sean:

m : masa de cada hombre

v_1 : velocidad del esquiador antes del choque (10 m/s)

v_2 : velocidad del escocés antes del choque (0 m/s)

v_3 : velocidad del sistema 'esquiador + escocés' después del choque

h : altura de la caída (5 m)

Conservación del momento lineal: $m v_1 + m v_2 = (2m) v_3$. Entonces: $v_3 = 5 \text{ m/s}$.

La caída dura un tiempo t tal que $h = gt^2/2$. Como $h = 5$, $t = 1$.

Por tanto: $d = v_3 t = 5 \text{ m}$.