

ESTUDIO PROSPECTIVO CON ÉNFASIS EN EL ÁREA DE QUÍMICA

2020

**EN EL CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN PROSPECTIVA DEL CENTRO DE
CIENCIA BÁSICA PARA INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA SECCIONAL MEDELLÍN**

WILDER PERDOMO CHARRY

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA

MEDELLÍN

2010

**ESTUDIO PROSPECTIVO CON ÉNFASIS EN EL ÁREA DE QUÍMICA
2020**

En el contexto de la investigación prospectiva del Centro de Ciencia Básica para
Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Medellín

WILDER PERDOMO CHARRY

**Trabajo de grado para optar al título de
Magíster en Gestión Tecnológica**

Director

JHON WILDER ZARTHA SOSSA
Magíster en Gestión Tecnológica

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA
MEDELLÍN
2010**

Nota de aceptación

Firma

Nombre:

Presidente del jurado

Firma

Nombre: Fabio Castrillón Hernández

Jurado

Firma

Nombre: Luis Jaime Gutiérrez Aguirre

Jurado

Medellín, 29 de Julio de 2010

A Dios creador del universo y dueño de mi vida que me permite construir y transferir conocimientos.

A mis padres, Serafín Perdomo y Leopoldina Charry por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de esta aventura profesional.

A mis hermanos por su apoyo, sus consejos y sus excelentes deseos de crecimiento personal, espiritual y profesional.

A mi novia, María Alejandra García Jaramillo, por su apoyo incondicional y desinteresado, sus palabras de aliento, su empuje, compromiso y el total convencimiento de poder lograr un reto más en nuestras vidas; y por enseñarme que no hay límites para alcanzar la meta.

A todas las docentes del postgrado de la Universidad Pontificia Bolivariana, por su apoyo y colaboración para la realización de esta investigación.

Y a mis amigos, que por medio de las discusiones y preguntas, me hicieron crecer en conocimiento.

Wilder

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

MSc. Jhon Wilder Zарtha Sossa, director del grupo de investigación en Política y Gestión Tecnológica de la Universidad Pontificia Bolivariana por la asesoría en el desarrollo de este trabajo y a Lida Isabel Tamayo Giraldo docente interna del grupo de investigación en Política y Gestión Tecnológica por sus aportes en el desarrollo del proceso de Vigilancia Tecnológica.

MSc. Diego José Cuartas Ramírez, profesor titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana y a la PhD. Lizette Irene Quan Young, investigadora de la Universidad de Antioquia, por sus valiosos aportes metodológicos durante el desarrollo de este proyecto.

Al Grupo de Apoyo Pedagógico del Centro de Ciencia Básica de la Escuela de Ingenierías por sus aportes en el desarrollo del estudio prospectivo y especialmente en el trabajo mancomunado en la propuesta de estudio de Vigilancia Tecnológica.

A Clara Marcela Mosquera y John Jairo Yuñez por el trabajo desarrollado, por sus buenas enseñanzas y por compartir experiencias en este proceso de aprendizaje profesional.

A todos los expertos participantes en el panel del estudio Delphi por entregar sus apreciaciones acerca del futuro del área de Química para Ingeniería, lo cual nos permitió construir una visión prospectiva al año 2020.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	25
1 PROBLEMA	27
1.1 Antecedentes estudios prospectivos	29
1.2 MÉTODOS Y HERRAMIENTAS USADOS EN PROSPECTIVA	35
1.3 ANTECEDENTES DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	37
1.4 OBJETIVOS	41
1.4.1 Objetivo General	41
1.4.2 Objetivos Específicos	41
1.5 JUSTIFICACIÓN	42
1.6 CONTEXTO	44
1.7 ANTECEDENTES	48
1.8 PARTICIPANTES EN EL PANEL DELPHI	54
1.8.1 Perfil Académico	54
1.8.2 Panel de Química	55
1.8.3 Perfil de empresas del área del conocimiento	57
1.8.3.1 Panel de Química	57
1.8.4 Perfil de Empresas que se apoyan en el área de conocimiento	58
1.8.4.1 Panel de Química	59
1.8.5 Listado de Expertos	59
1.8.5.1 Panel Estudio Delphi Área de Química	59
1.8.6 Panel Estudio Delphi de Ciencia Básica (Sólo primera ronda)	62
2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	65
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA	65
2.2 DETERMINACIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS EN QUÍMICA POR APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI	65
2.2.1 Descripción del Método Delphi	65

2.2.2	Aplicación del método Delphi -----	67
2.2.2.1	Criterios de selección de la muestra-----	68
2.2.2.2	Análisis del consenso alcanzado -----	68
2.2.3	Validación de resultados mediante Corolario Delphi -----	72
2.2.4	Descubrimiento de variables clave - Análisis Estructural MIC-MAC--	72
2.2.5	Construcción de escenarios -----	74
2.2.6	Estudio de Vigilancia Tecnológica -----	74
3	RESULTADOS DEL ESTUDIO DELPHI-----	77
3.1	ESTUDIO DELPHI DE QUÍMICA -----	77
3.1.1	Primera Ronda Delphi-----	77
3.1.1.1	Datos de los Participantes-----	78
3.1.1.2	Resultados Primera Ronda -----	80
3.1.1.3	Nuevas temáticas propuestas por expertos -----	90
3.1.2	Segunda Ronda Delphi -----	91
3.1.2.1	Resultados Segunda Ronda-----	94
3.1.3	Tercera Ronda Delphi-----	98
3.1.3.1	Temáticas Prioritarias-----	102
3.1.3.2	Gráficos-----	104
3.2	CONCLUSIONES ESTUDIO DELPHI DE QUÍMICA -----	108
4	EXPLICACIÓN DEL SISTEMA-----	111
4.1	ANÁLISIS ESTRUCTURAL -----	111
4.2	VARIABLES DEL SISTEMA -----	112
5	PROYECTOS ACTUALES, FUTUROS Y AMENAZAS -----	143
5.1	CAPACIDAD DE INNOVACIÓN -----	143
5.1.1	Proyectos actuales-----	144
5.1.2	Proyectos futuros-----	144
5.2	IDONEIDAD -----	144
5.2.1	Proyectos actuales-----	145
5.3	DOTACIÓN DE EQUIPOS E INVERSIÓN EN LABORATORIOS ----	145

5.3.1	Proyectos actuales-----	145
5.3.2	Proyectos futuros-----	145
5.3.3	Amenazas -----	145
5.4	PLANEACIÓN Y FLEXIBILIDAD CURRICULAR -----	146
5.4.1	Proyectos actuales-----	146
5.4.2	Proyectos futuros-----	146
5.5	APORTES DE LA DOCENCIA -----	146
5.5.1	Proyectos actuales-----	147
5.6	CONTEXTO INTERNO-----	147
5.6.1	Proyectos actuales-----	147
5.7	ESTUDIOS DE POSTGRADO -----	147
5.7.1	Proyectos actuales-----	148
5.7.2	Proyectos futuros-----	148
5.7.3	Amenazas -----	148
5.8	INVESTIGACIÓN BÁSICA -----	148
5.8.1	Proyectos actuales-----	148
5.8.2	Proyectos futuros-----	149
5.8.3	Amenazas -----	149
6	DEFINICIÓN DE EJES-----	151
7	PROPUESTA DE APLICACIÓN CICLO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA -----	157
7.1	METODOLOGÍA DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA-----	159
7.1.1	BITÁCORA: CICLO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA -----	163
7.1.2	Etapa I: Diagnóstico - Planeación-----	165
7.1.3	Etapa II: Búsqueda y Captación-----	167
7.1.3.1	Artículos Científicos en Base de Datos Internacionales-----	170
7.1.3.2	Artículos Científicos a Nivel Nacional -----	196
7.1.3.3	Artículos Científicos a Nivel Regional -----	201
7.1.4	Etapa III: Análisis-----	204

7.1.4.1	Resultados Artículos Científicos a Nivel Internacional-----	205
7.1.4.2	Resultados Artículos Científicos a Nivel Nacional -----	231
7.1.4.3	Resultados Artículos Científicos a Nivel Regional -----	235
7.1.5	Etapa IV: Inteligencia-----	239
7.1.5.1	Resultados de Vigilancia Tecnológica con base a publicaciones científicas relacionadas con el Diseño de Experimentos-----	239
7.1.5.2	Principales Autores en este campo -----	246
7.1.5.3	Instituciones de origen de las publicaciones -----	252
7.1.5.4	Países de publicación -----	255
7.1.5.5	Bases de Datos -----	258
7.1.5.6	Palabras clave -----	262
7.1.6	Etapa: Comunicación-----	269
8	CONCLUSIONES -----	273
9	RECOMENDACIONES -----	277
	BIBLIOGRAFÍA -----	281
	ANEXOS -----	293

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Métodos y herramientas usados en prospectiva estratégica-----	36
Tabla 2. Teorías Conceptuales a cerca de la Vigilancia Tecnológica -----	37
Tabla 3. Metodologías de Vigilancia Tecnológica-----	39
Tabla 4. Estudios de Prospectiva en el país-----	51
Tabla 5. Estudios de Prospectiva en la UPB -----	53
Tabla 6. Nivel académico, panel de Química-----	56
Tabla 7. Título de pregrado, panel de Química -----	56
Tabla 8. Participación por instituciones educativas, panel de Química -----	58
Tabla 9. Participación por empresas, panel de Química -----	59
Tabla 10. Integrantes del panel de Química-----	59
Tabla 11. Integrantes del panel de Ciencia Básica -----	62
Tabla 12. Temas evaluados en la primera ronda Delphi -----	81
Tabla 13. Valor promedio de los porcentajes de consenso-----	84
Tabla 14. Temas Prioritarios y en Discusión del CCB Área de Química-----	85
Tabla 15. Clasificación de temas de la primera ronda Delphi-----	89
Tabla 16. Temas propuestos por los expertos -----	90
Tabla 17. Nuevos temas evaluados en la segunda ronda Delphi-----	93
Tabla 18. Temáticas excluidas del grupo de PRIORITARIAS por los expertos----	94
Tabla 19. Temáticas Incluidas en el Grupo de Prioritarias por los expertos -----	94
Tabla 20. Resultados de la primera y tercera ronda Delphi -----	101
Tabla 21. Listado de temas prioritarios área de Química -----	102
Tabla 22. Resultados del Ejercicio Delphi – Temáticas -----	105
Tabla 23. Variables-----	112
Tabla 24. Docentes del Centro de Ciencia Básica-----	122
Tabla 25. Variables clave del sistema estructural del Centro-----	127
Tabla 26. Lista de variables del sistema de Ciencia Básica-----	128

Tabla 27. Ejes Estratégicos -----	152
Tabla 28. Etapas Ciclo de Vigilancia Tecnológica -----	161
Tabla 29. Factor Crítico de Vigilancia -----	166
Tabla 30. Autores de Publicaciones Internacionales del Sector Industrial -----	246
Tabla 31. Autores Publicaciones Internacionales de Grupos de Investigación --	247
Tabla 32. Autores de Publicaciones sobre Cursos Teórico Práctico-----	248
Tabla 33. Autores de Publicaciones sobre Desarrollos a nivel mundial-----	249
Tabla 34. Autores Publicaciones Normatividad para sectores Industriales -----	249
Tabla 35. Autores Publicaciones de Diseños de experimentos que tienen en cuenta las normas internacionales -----	250
Tabla 36. Autores de Publicaciones Nacionales del Sector Industrial -----	250
Tabla 37. Autores de Publicaciones Nacionales de Grupos de Investigación ----	250
Tabla 38. Autores de Publicaciones Regionales de Grupos de Investigación----	251
Tabla 39. Palabras claves encontradas en el sector industrial internacional -----	262
Tabla 40. Palabras claves encontradas en los grupos de investigación internacionales-----	263
Tabla 41. Palabras claves encontradas en los cursos teórico práctico-----	264
Tabla 42. Palabras claves encontradas en los desarrollos a nivel mundial -----	265
Tabla 43. Palabras claves encontradas en la normatividad para los sectores industriales-----	266
Tabla 44. Palabras claves encontradas en diseños de experimentos que tienen en cuenta las normas internacionales -----	266
Tabla 45. Palabras claves encontradas en el sector industrial nacional -----	267
Tabla 46. Palabras claves encontradas en grupos de investigación nacionales	268
Tabla 47. Palabras claves encontradas en grupos de investigación regionales -	268
Tabla 48. Expertos participantes en el ejercicio de escenarios -----	332
Tabla 49. Probabilidades de los escenarios -----	334
Tabla 50. Escenarios con mayor probabilidad -----	335
Tabla 51. Listado de expertos por grupo -----	343

Tabla 52. Temas evaluados en la primera ronda Delphi -----	353
Tabla 53. Valor promedio de los porcentajes de consenso-----	355
Tabla 54. Temas Prioritarios y Discusión del CCB Área de Química -----	356
Tabla 55. Clasificación de temas de la primera ronda Delphi-----	359
Tabla 56. Temas propuestos por los expertos -----	361
Tabla 57. Temas propuestos por los expertos -----	362
Tabla 58. Expectativas del mercado laboral Colombiano -----	363
Tabla 59. Expectativas del mercado laboral Colombiano -----	363
Tabla 60. Desempeño y nivel de injerencia de la transversalidad de la química	364
Tabla 61. Niveles de formación que demanda más el medio -----	364
Tabla 62. Tipos de formación, relevancia en el entorno laboral para el área de química -----	364
Tabla 63. Enfoque educativo de un programa de pre-grado de formación transversal con el área de Química -----	365
Tabla 64. Área de desempeño en el ámbito privado y público de los futuros egresados con cierto nivel académico en el área de la Química -----	365
Tabla 65. Enfoque de los programas de pos-grado en química-----	365
Tabla 66. Campos en los que el profesional egresado se desempeña o podrá desempeñarse eficazmente-----	366
Tabla 67. Integración de los cursos de Ciencia Básica a la investigación y aplicación de los conocimientos adquiridos-----	366
Tabla 68. Relación dinámica entre la universidad y la empresa -----	367
Tabla 69. Características generales que debería tener un laboratorio para cualquier rama de la Química para Ingeniería -----	367
Tabla 70. Conocimiento de programas software que se usan en laboratorios de química -----	368
Tabla 71. Programas de software que deben tenerse en un laboratorio moderno de Química para Ingeniería-----	368

Tabla 72. Características para la valoración de la adquisición de un software de uso práctico en un laboratorio de química -----	368
Tabla 73. Aplicaciones y servicios del área de la Química -----	369
Tabla 74. Nuevos temas evaluados en la segunda ronda Delphi-----	376
Tabla 75. Temáticas excluidas del grupo de PRIORITARIAS por los expertos--	377
Tabla 76. Temáticas incluidas en el grupo de PRIORITARIAS por los expertos	377
Tabla 77. Resultados de la primera y tercera ronda Delphi -----	388
Tabla 78. Listado de temas prioritarios área de Química -----	389

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Nivel académico, panel de Química-----	56
Figura 2. Título de pregrado, panel de Química-----	57
Figura 3. Participación por instituciones educativas, panel de Química -----	58
Figura 4. Participación por empresas, panel de Química -----	59
Figura 5. Descripción del Método Delphi para estudios de futuro. Fuente: Instituto de la Ingeniería de España-----	67
Figura 6. Frecuencia modal y porcentaje (%) de consenso alcanzado-----	70
Figura 7. Análisis de puntaje alcanzado -----	71
Figura 8. Umbral de selección de variables clave del sistema Ciencia Básica-----	73
Figura 9. Sector laboral expertos -----	79
Figura 10. Género de los expertos -----	79
Figura 11. Título de pregrado de los expertos -----	79
Figura 12. Expertos según el nivel académico-----	80
Figura 13. Universidades a las que pertenecen los expertos -----	80
Figura 14. Definición de grupos de prioridad -----	83
Figura 15. Selección de Temas Prioritarios y en Discusión -----	88
Figura 16. Frecuencia modal y porcentaje (%) de consenso alcanzado-----	99
Figura 17. Análisis de puntaje alcanzado -----	100
Figura 18. Consenso en las rondas Delphi -----	104
Figura 19. Resultados del ejercicio Delphi (temáticas prioritarias según % de consenso y puntaje)-----	107
Figura 20. Representación del Sistema de Ciencia Básica-----	111
Figura 21. Desplazamiento del nivel de umbral, eje de influencia -----	125
Figura 22. Plano de influencias / dependencias directas-----	137
Figura 23. Plano de influencias / dependencias indirectas -----	138
Figura 24. Plano de influencias / dependencias directas potenciales -----	138

Figura 25. Plano de influencias / dependencias indirectas potenciales -----	139
Figura 26. Nivel de umbral para la selección de variables clave-----	140
Figura 27. Ciclo de la Inteligencia competitiva o Vigilancia Tecnológica. Fuente: Sánchez J. M. y Palop F (2002)-----	159
Figura 28. Publicaciones internacionales, nacionales y regionales -----	240
Figura 29. Evolución publicaciones internacionales -----	240
Figura 30. Publicaciones del Sector Industrial a Nivel Internacional -----	241
Figura 31. Publicaciones de los Grupos de Investigación a Nivel Internacional -	241
Figura 32. Publicaciones de los cursos teóricos prácticos a Nivel Internacional	242
Figura 33. Publicaciones de desarrollos a nivel mundial -----	242
Figura 34. Publicaciones Internacionales de La normatividad para los sectores industriales-----	243
Figura 35. Publicaciones de los diseños de experimentos teniendo en cuenta las normas internacionales-----	243
Figura 36. Publicaciones Nacionales -----	244
Figura 37. Publicaciones del Sector Industrial a Nivel Nacional -----	244
Figura 38. Publicaciones de los Grupos de Investigación a Nivel Nacional-----	245
Figura 39. Publicaciones Regionales de los Grupos de Investigación -----	245
Figura 40. Autores de artículos científicos -----	246
Figura 41. Instituciones Internacionales de origen del DE en el sector Industrial	252
Figura 42. Instituciones Internacionales de origen de los grupos de Investigación -----	252
Figura 43. Instituciones Internacionales de origen de los cursos teórico práctico	253
Figura 44. Instituciones Internacionales de origen de los desarrollos a nivel mundial -----	253
Figura 45. Instituciones Internacionales de normas para el sector Industrial-----	253
Figura 46. Instituciones Internacionales que tienen en cuenta las normas internacionales-----	254
Figura 47. Instituciones Nacionales de origen del DE en el sector Industrial-----	254

Figura 48. Instituciones Nacionales de origen de los grupos de Investigación---	254
Figura 49. Instituciones Regionales de origen de los grupos de Investigación --	255
Figura 50. Países de publicaciones -----	256
Figura 51. Internacionales del sector industrial -----	256
Figura 52. Internacionales de los grupos de Investigación -----	256
Figura 53. Internacionales de los cursos teórico práctico -----	257
Figura 54. Internacionales de los desarrollos a nivel mundial -----	257
Figura 55. Internacionales de la normatividad para los sectores industriales ----	257
Figura 56. Internacionales de DE que tienen en cuenta la normatividad -----	258
Figura 57. Base de datos consultadas para el sector industrial Internacional----	258
Figura 58. Sector industrial Internacional-----	259
Figura 59. Grupos de investigación internacionales-----	259
Figura 60. Cursos teórico práctico-----	259
Figura 61. Desarrollos a nivel mundial -----	260
Figura 62. Normatividad de los sectores industriales -----	260
Figura 63. DE que tienen en cuenta la normatividad internacional-----	260
Figura 64. Sector industrial Nacional -----	261
Figura 65. Grupos de investigación Nacionales -----	261
Figura 66. Grupos de investigación Regionales -----	261
Figura 67. Palabras clave-----	262

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Histograma de probabilidades de los escenarios -----	333
Ilustración 2. Significado de cada posición en el código del escenario-----	336
Ilustración 3. Rango de probabilidades de los escenarios -----	338
Ilustración 4. Histograma de probabilidades de los escenarios, visión de los directivos -----	344
Ilustración 5. Histograma de probabilidades de los escenarios, visión de los docentes-----	345
Ilustración 6. Sector laboral expertos-----	351
Ilustración 7. Género de los expertos -----	351
Ilustración 8. Título de pregrado de los expertos -----	351
Ilustración 9. Expertos según el nivel académico -----	352
Ilustración 10. Universidades a las que pertenecen los expertos -----	352
Ilustración 11. Porcentaje de créditos de Ciencia Básica en los programas de Ingeniería-----	370
Ilustración 12. Periodicidad de las actualizaciones curriculares de los cursos de Química-----	370
Ilustración 13. Duración promedio de los programas de Ingeniería -----	370

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A. ARBOL TEMÁTICO -----	293
ANEXO B. ENCUESTAS ESTUDIO DELPHI QUÍMICA -----	297
ANEXO C. ENCUESTA DE PROBABILIDADES DE BAYES-----	325
ANEXO D. INFORME EJECUTIVO PRIMERA RONDA DELPHI-----	348
ANEXO E. INFORME EJECUTIVO SEGUNDA RONDA DELPHI-----	373
ANEXO F. INFORME EJECUTIVO TERCERA RONDA DELPHI -----	383
ANEXO G. INFORME SOFTWARE MIC-MAC -----	391
ANEXO H. OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS-----	406
ANEXO I. INFORME SOFTWARE SMIC-PROB-EXPERT-----	410
ANEXO J. FORMATO IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE VIGILANCIA – FCV-----	425
ANEXO K. INFORME FINAL ESTUDIO VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA-----	427

GLOSARIO

ANÁLISIS ESTRUCTURAL: Herramienta de estructuración de una reflexión colectiva, que ofrece la posibilidad de describir un sistema en términos de sus elementos constitutivos y las relaciones de influencia entre ellos, a través de una matriz de impacto cruzado. Este método tiene por objetivo determinar la motricidad y dependencia de las variables del sistema bajo estudio y hacer aparecer aquellas que son clave para la evolución del sistema.

DIAGRAMA CAUSAL: Diagrama que permite visualizar las interrelaciones entre las variables de un sistema y las influencias positivas o negativas de unas sobre otras.

DISEÑO DE EXPERIMENTOS: Secuencia completa de pasos tomados de antemano para asegurar que los datos apropiados se obtengan de modo que permita un análisis objetivo que conduzca a deducciones válidas con respecto al problema establecido.

ESCENARIO: Descripción o imagen del futuro.

ESTRATEGIA: grupo de acciones que apuntan al cumplimiento de un objetivo, definido como escenario apuesta.

FACTOR CRÍTICO DE VIGILANCIA: Formato para la identificación de necesidades de información y de los factores críticos a vigilar.

FUTURIBLE: Término que designa una situación futura posible, bajo ciertas condiciones determinadas.

PROSPECTIVA: Disciplina de gestión que permite reflexionar sobre el futuro, lo que podría ser y lo que debería ser, con miras a orientar la acción humana individual o colectiva en el presente, mediante toda una infraestructura conceptual y metodológica aplicable a problemas de diferentes campos.

PROSPECTIVA ESTRATÉGICA: Disciplina que permite encontrar opciones de futuro, e indicar estrategias para lograr el futuro deseable.

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA: Conjunto de técnicas orientadas a definir la relevancia de una tecnología dada en un momento futuro y dentro de un contexto dado, que puede ser un país, un sector o una empresa.

SISTEMA: Conjunto de elementos que se relacionan entre sí de manera tal, que un cambio en uno de ellos modifica el conjunto.

TENDENCIA: Series temporales de datos cuyo análisis y extrapolación nos permite proyectarlos en el futuro. Este método nos permite conocer el futuro tendencial, aquel en que las cosas cambian en la misma dirección y al mismo ritmo que en el pasado y el presente.

VIGILANCIA TECNOLÓGICA: Metodología de uso generalizado que se aplica para realizar procesos de búsqueda, obtención, análisis y empleo de la información sobre desarrollos y tendencias en el ámbito científico y tecnológico, que es de alto valor para la competitividad de la empresa y, por tanto, es útil para la toma de decisiones estratégicas.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

CCB: Centro de Ciencia Básica

DE: Diseño de Experimentos

ENCYT: Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología

FVC: Factores Críticos de Vigilancia

GAP: Grupo de Apoyo Pedagógico

IC: Inteligencia Competitiva

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

PPE: Programa de Prospectiva Estratégica

UPB: Universidad Pontificia Bolivariana

VT: Vigilancia Tecnológica

RESUMEN

Se concibe la Prospectiva como una disciplina que facilita el análisis de situaciones a fin de aprovechar las oportunidades tanto externas como internas, adelantarse a las tendencias a través de la investigación y facilitar a los actores sociales para la construcción del futuro. A través de un análisis detallado de situaciones que requieren especial estudio y con la participación de los actores de diferentes sectores tanto académico, investigativo e industrial involucrado, los estudios prospectivos facilitan la visualización de escenarios tendenciales y escenarios deseados, así como la reflexión en la construcción del camino necesario para alcanzar un escenario deseado. En fin, la prospectiva permite una planificación organizada a largo plazo, con un seguimiento y control del proceso.

El modelo prospectivo se puede sintetizar en cinco preguntas, correspondientes a cinco situaciones las cuales son: Pasado ¿Qué éramos? Presente ¿En dónde estamos?, Futuro probable ¿Para dónde vamos?, Futuro deseable ¿Hacia dónde queremos ir?, estrategias ¿Cómo podemos construir el futuro desde ahora?. Debido a esto, la Escuela de Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana y en especial el Centro de Ciencia Básica, ha querido iniciar este proyecto prospectivo con el fin de conocer sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, para lograr a futuro posicionarse como uno de los mejores centros en todo el territorio colombiano y lograr el reconocimiento internacional.

Teniendo en cuenta lo argumentado, se presenta a continuación un trabajo enmarcado en el proyecto global de Prospectiva Estratégica para la Escuela de Ingenierías, promovido por el Grupo de Investigación en Política y Gestión

Tecnológica de la Universidad Pontificia Bolivariana, el cual pretende identificar las tendencias en los diferentes énfasis ingenieriles impartidos en la Universidad.

El presente proyecto consiste en la realización de un estudio prospectivo para conocer específicamente el estado de desarrollo que deberá alcanzar el área de Química del Centro de Ciencia Básica para Ingenierías de la Universidad en lo que se refiere a temáticas de estudio aplicando la metodología Delphi y la realización del análisis estructural del Centro de Ciencia Básica, que permita definir las variables claves del sistema bajo estudio. Este trabajo indaga sobre el futuro del Centro de Ciencia Básica en el periodo comprendido entre los años 2010 y 2020.

Para el desarrollo del presente trabajo se han usado diferentes métodos prospectivos: el método DELPHI a tres rondas para conocer la opinión de expertos sobre el futuro de la Química, el análisis de la matriz de impacto cruzado construida con las variables académicas e institucionales que componen el sistema que representa al Centro de Ciencia Básica, que permite identificar la motricidad y dependencia de dichas variables y descubrir aquellas variables claves en el desarrollo del Centro.

Adicionalmente, como valor agregado para el macro proyecto, se realizará un proceso informativo-documental completo, rematado con una adecuada preparación y presentación de toda la información recopilada, buscando determinar los factores críticos de vigilancia de la temática seleccionada por el Centro de Ciencia Básica, el análisis de los factores críticos de vigilancia, mediante las herramientas computacionales pertinentes, confrontación de los resultados arrojados por la herramienta de análisis de la información con el grupo de expertos o profesionales en la temática y las respectivas conclusiones y/o recomendaciones del estudio que sean de insumo para los planes de acción y de mejoramiento del Centro de Ciencia Básica.

PALABRAS CLAVES: CIENCIA BÁSICA, QUÍMICA, PROSPECTIVA, VIGILANCIA TECNOLÓGICA, ANÁLISIS ESTRUCTURAL, MÉTODO DELPHI, DISEÑO DE EXPERIMENTOS.

INTRODUCCIÓN

La OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) define la prospectiva tecnológica como el conjunto de “tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos y/o sociales”.

La prospectiva tecnológica permite, aún sabiendo que el futuro es incierto, plantear un conjunto de escenarios posibles, ya que el futuro depende en gran medida de los intereses del presente, de las apuestas de un futuro deseado y de las decisiones que se están tomando en la actualidad.

El presente estudio se enmarca en el Programa de Prospectiva Estratégica (PPE) para la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín, para el cual se formularon diferentes proyectos derivados, enfocados en las distintas áreas específicas de los programas de pregrado.

La presente investigación consiste en la realización de un estudio de futuro, utilizando distintas herramientas y metodologías, para conocer específicamente el estado de desarrollo de tal manera que se pueda articular al Centro en cuanto a la temática de estudio en el área de Química y también de la estructura académica e institucional, para un periodo de tiempo comprendido entre los años 2010 y 2020. Se usa el método DELPHI para conocer la opinión de expertos temáticos y el método MICMAC para realizar el análisis estructural del sistema.

El énfasis de este proyecto es encontrar a través de un estudio Delphi las áreas de mayor relevancia en el área de Química en el año 2020, para lo cual se realizaron tres rondas, que permitieron encontrar las prioridades académicas e investigativas del área. En la primera se identificaron las temáticas relevantes de acuerdo al grado de consenso del panel y se dividieron entre prioritarias y en discusión, y se evidenciaron nuevas temáticas propuestas por los expertos. En la segunda se realizó un filtrado de temáticas en discusión y se seleccionaron los primeros temas prioritarios, de acuerdo a la selección de cambios propuesta por el panel. En la tercera y última se realiza la selección final de acuerdo a las justificaciones dadas en la segunda ronda por los expertos para que las temáticas fueran incluidas o excluidas del conjunto de prioritarias. El conjunto de temas evaluados estuvo compuesto por 30 elementos, dejando como resultado 10 temas prioritarios de acuerdo a su impacto en los procesos educativos y en el desarrollo de la investigación y la industria nacional.

Otro aspecto importante desarrollado en el proyecto, tiene que ver con la realización de un proceso informativo-documental, con una adecuada preparación y presentación de toda la información recopilada, buscando determinar los factores críticos de vigilancia (FCV) de la temática seleccionada por el Centro de Ciencia Básica, el análisis de los factores críticos de vigilancia, mediante las herramientas computacionales pertinentes, confrontación de los resultados arrojados por la herramienta de análisis de la información con el grupo de expertos o profesionales en la temática y las respectivas conclusiones y/o recomendaciones del estudio que son de insumo para los planes de acción y de mejoramiento del Centro de Ciencia Básica. Con todas estas herramientas mencionadas se identificaron brechas, tendencias y oportunidades para formular estrategias innovadoras, que le pueden permitir al Centro de Ciencia Básica estar alineado con los desafíos temáticos y estructurales visualizados para las ingenierías del año 2020.

1 PROBLEMA

Es necesario que el Centro de Ciencia Básica, a través de un área renovada y acorde con los cambios tecnológicos y académicos resultado de la globalización y de las diferentes estrategias y planes planteados por proyectos similares a este nivel gubernamental, sectorial y universitario, deba ser el eje integrador de los diferentes actores, para solucionar la problemática local del sector con un enfoque global y mejorar los niveles de competitividad de sus profesionales.

Conociendo que el direccionamiento estratégico es a nivel de Ciencia Básica, es importante implementarlo en el área de química.

Dentro de este mismo contexto y del desarrollo de todo el proceso prospectivo en la Universidad, es importante tener en cuenta que para el inicio de este trabajo lo primero a llevarse a cabo, es validar los supuestos prospectivos sobre el problema y su aplicación. Este problema debe ser aprobado por los Comité de Currículo de la Escuela, respectivos de cada facultad.

A continuación se muestra la propuesta del problema a investigar que actuará como norte para el estudio prospectivo sobre el área de química.

Para introducir el problema, recordemos que la Universidad ha determinado tres *escenarios deseables*¹: Investigación o generación de conocimiento, transferencia de conocimiento (asesoría, consultoría, extensión, etc.) e innovación académico-administrativa.

¹Hacia el año 2015. La estrategia genérica y sus objetivos prospectivos-estratégicos. UPB, 2007.

Teniendo en cuenta lo anterior, tomando como base los cuatro objetivos prospectivo-estratégicos de la Universidad, se propone el interrogante orientado al estudio prospectivo del área de química sobre: *¿Cuales son las estrategias y políticas educativas que debe abordar el área de química, para el Centro de Ciencia Básica, de la Universidad Pontificia Bolivariana?*, buscando la oportunidad de fortalecer el porcentaje de uso de la química.

Como resultado del estudio y análisis prospectivo en el Centro de Ciencia Básica área de Química se logrará establecer la respectiva formulación de estrategias y políticas educativas encaminadas a la acción.

Los resultados del estudio se utilizarán en la Escuela de Ingenierías y en el Centro de Ciencia Básica área de Química de la Universidad Pontificia Bolivariana como insumos para los ajustes curriculares pertinentes y los desarrollos investigativos y tecnológicos necesarios para la formación profesional, para la apertura de nuevos programas, para la organización de nuevos proyectos de investigación y para la preparación de nuevos proyectos de interacción social².

A partir de los resultados de todo el estudio prospectivo del Centro de Ciencia Básica se desarrolla un proceso informativo-documental de toda la información recopilada, buscando determinar los factores críticos de vigilancia (FCV) de la temática seleccionada por el Centro de Ciencia Básica (Diseño de Experimentos), el análisis de los factores críticos de vigilancia, mediante las herramientas computacionales pertinentes, confrontación de los resultados arrojados por la herramienta de análisis de la información con el grupo de expertos o profesionales en la temática y las respectivas conclusiones y/o recomendaciones del estudio que son de insumo para los planes de acción y de mejoramiento del Centro de Ciencia Básica.

² Programa de Prospectiva Estratégica para la Escuela de Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Medellín. Líder del Proyecto Jhon Wilder Zartha, Grupo de Investigación Política y Gestión Tecnológica, año 2008.

1.1 ANTECEDENTES ESTUDIOS PROSPECTIVOS

La prospectiva, también conocida como el estudio de futuro, se origina en la inseguridad que representa para el hombre el conocer un futuro que es incierto y es entendida como aquella disciplina que hace posible practicar estudios sistemáticos sobre el futuro, con el objeto de aportar al proceso de toma de decisiones, información útil que permita disminuir los márgenes de error, provocados al considerar situaciones de incertidumbre, en el mediano y largo plazo.³

Los estudios prospectivos realizados en países como Japón, Estados Unidos, Países Bajos, Alemania, Australia, India, Nueva Zelanda e Inglaterra, “se han enfocado a la exploración y selección de áreas de investigación y las tecnologías emergentes, que probablemente producirán los mayores beneficios económicos y sociales en el mediano y largo plazo”⁴

Estos estudios pueden presentar algunas características similares en cuanto a fuentes de información, tiempos de duración, interrogantes más comunes que surgen; metodología, costos y algunas limitantes.

Las fuentes de información para este trabajo han sido básicamente las siguientes: A nivel internacional se han realizado estudios de prospectiva principalmente en los sectores de la química (Enric, Espasa y Guilera, 2001), la biotecnología (Gómez y Martin, 2003), microbiología (Pezzani y Cares, 2005), informes en el observatorio de prospectiva tecnológica industrial (OPTI, 1999), El futuro de la Educación en

³ LABBÉ G., Cristián. *Elementos Básicos sobre Prospectiva y su aporte al Proceso de Toma de Decisiones*. Santiago, Instituto de Ciencia Política de la Universidad de Chile.1983, p. 12.

⁴ MARTIN, Ben R. *Technology foresight: a review of recent overseas programmes*. Brighton: Science Policy Research unit, University of Sussex. 1995. p. 4.

Ingeniería Química: Introducción a una serie (Richard Felder, 2000), El futuro de la Educación en Ingeniería Química: Parte 1. Una visión para un Nuevo Siglo (Rugarcia Armando, Richard Felder, Donald Woods y James Stice, 2000), El futuro de la Educación en Ingeniería Química: Parte 2. Métodos de enseñanza que funcionan (Richard Felder, Donald Woods, James Stice y Armando Rugarcia, 2000).

A nivel nacional se han realizado estudios de prospectiva como la Misión Bogotá siglo XXI (Alcaldía de Bogotá, 1992), Plan socioeconómico para el desarrollo sustentable del Amazonas (Mojica Francisco, 1992), Programa ciudadano Cali que queremos (liderado por la Cámara de Comercio, 1994), el Análisis del siglo XXI: Concepto de Prospectiva, Escenarios y Tendencias que permiten hacer un examen del próximo siglo (Mojica Francisco, 1998), Santander siglo XXI", (liderado por la Gobernación de ese departamento, 1998), Estudio Prospectivo de Ordenamiento Territorial y los Servicios Públicos de Cali (Mojica Francisco, 1993), Caribe siglo XXI" (Corpes de la Costa Atlántica, 1998), Carabobo 2020 (Universidad José Antonio Páez, Valencia, Venezuela, 2001), Perú 2020 (Consortio de Universidades del Perú, 2001), Boyacá 2020 (Propósito Boyacá, 2003), la Construcción de Futuro (Mojica, Francisco, editorial Universidad Externado de Colombia /Convenio Andrés Bello, 2005), Estudio Sostenible de Bucaramanga y su Área Metropolitana, al año 2018 (CDMB, Bucaramanga, 2008), La Cristalización: pasado, presente y futuro de la Revista de Ingeniería Química (J.G., Morales, R., Rodríguez, C. Domingo, Real Sociedad Española de Historia Natural, 2002), El Futuro del Petróleo como fuente de energía (E. Marín, Revista de Ingeniería Química, 2005).

Recopilando literatura y estudios existentes a nivel regional y departamental, se encuentran los realizados por el Colegio Mayor de Antioquia (Duque, Ossaba y Mazo, 1988), los núcleos de desarrollo educativo en Antioquia (Roldán, Sánchez y Timana, 1995), ingeniería genética (Realpe, 1999), técnicas biotecnológicas (Alvarez, 1999), pronósticos empresariales (Alvarez, 2001), tecnologías de

información y comunicación (Bolívar, 2006), centro metalmecánico (Corrales, Zapata, 2006) y para el sector de las telecomunicaciones (Vargas, 2008).

Institucionalmente, la Universidad Pontificia Bolivariana ha desarrollado desde 2007, 10 trabajos enmarcados en la temática prospectiva. Los más relevantes por sus aportes fueron: las prioridades investigativas en ingeniería mecánica (Manrique, Builes, 2000), prospectiva académica del programa gestión tecnológica (Pineda, 2004), la estrategia genérica y sus objetivos prospectivo-estratégicos (UPB, 2007), programa de prospectiva estratégica para la escuela de ingeniería (UPB, 2007), estudios prospectivos para los programas de ingeniería informática (Gutiérrez, 2008), ingeniería aeronáutica (UPB, 2008), ingeniería agroindustrial (UPB, 2008), ingeniería industrial (UPB, 2008) e ingeniería de telecomunicaciones (UPB, 2008) y estudio prospectivo de los servicios públicos domiciliarios (Arango, Álvarez y Martínez, 2008), Prospectiva del sector cooperativo financiero en Colombia al 2017 (Mira y Quintana, 2009), Prospectiva de la gerencia de proyectos de infraestructura de Isa en el año 2012 en Perú (Gómez, 2009).

La Escuela de Ingeniería busca posicionarse a nivel nacional e internacional, para lo cual desde 2004 ha planteado orientar sus procesos a largo plazo y formular políticas que lo faciliten, por ello en 2005 se propone el objetivo de realizar un estudio prospectivo que no fue posible iniciar inmediatamente. En el año 2007, con la participación del Grupo de Investigación en Política y Gestión Tecnológica, se realizó el estudio antes mencionado, para las cinco primeras facultades de ingeniería: Ingeniería Agroindustrial, Aeronáutica, Industrial, Telecomunicaciones e Informática.

Los cambios radicales que están ocurriendo en el mundo se pueden convertir en oportunidades para la nueva Latinoamérica que queremos, siempre y cuando seamos capaces de asumir nuestras propias responsabilidades y tomemos el futuro en nuestras manos. Para ello es indispensable hacer buenos ejercicios de

prospectiva. Pero, ¿qué es la prospectiva? Godet,⁵ la concibe como una filosofía de la acción, que se basa en un proceso colectivo de reflexión sobre cómo construir el futuro. Él sostiene que la prospectiva nos ayudará eficazmente en el empeño de ser protagonistas del cambio mundial, pero primero debemos mirar el futuro con otros ojos y con mayor profundidad.⁶

Godet dice que de cara a la incertidumbre que genera el porvenir, tanto las personas como las empresas deben enfrentársele con tres actitudes complementarias: reactividad, preactividad y proactividad. En otras palabras, debemos prepararnos para los cambios, tenemos que ser capaces de adaptarnos a ellos, y estamos en la obligación de actuar para que las cosas ocurran como las hemos planeado.

Las cinco preguntas fundamentales que debemos hacernos al enfrentar el futuro son: ¿Qué puede suceder?; ¿Qué puedo hacer yo?; ¿Qué voy a hacer?; ¿Cómo voy a hacerlo?; ¿Quién soy? El último interrogante es el más importante y, al mismo tiempo, el más difícil de responder.⁷

Teniendo en cuenta lo anterior, cada vez que iniciamos un estudio prospectivo nos pueden surgir cierta cantidad de interrogantes sobre los siguientes aspectos⁸ que se solucionarán partiendo de lo argumentado por Godet:

⁵ GODET, Michel. consultor en prospectiva estratégica, profesor del Conservatorio Nacional de Artes y Oficios (titular de la Cátedra de Prospectiva Industrial) donde dirige también LIPSOR (Laboratorio de Investigación en Prospectiva Estratégica y Organización), ha escrito varios libros de prospectiva.

⁶ CORREA, Edgar E.U. La Prospectiva Estratégica como Instrumento de cambio, Alta Gerencia. 2000-2005. Enlace Web: <http://www.edgarcorrea.com/>

⁷ Ibid. p.1.

⁸ BUILES R. Carlos A, Manrique H. Jorge A. Las prioridades investigativas en ingeniería mecánica: un estudio prospectivo en Antioquia. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Medellín. 2000.

- el pasado y presente de las actividades de prospectiva
- los objetivos
- las áreas de investigación en las que se trabaja
- la realización del estudio
- la selección del método prospectivo
- la elección del horizonte de tiempo
- los recursos a utilizar
- la información de entrada y salida
- la evaluación, implantación e impacto de los resultados
- que cambios se producirán en las políticas de investigación
- lecciones generales sobre los factores de éxito o fracaso del estudio prospectivo.

En general, para la integración de todos estos interrogantes que frecuentemente se convierten en experiencias prospectivas, se ha desarrollado y ejecutado la metodología Delphi, de la cual participan dos grupos diferentes. Uno denominado grupo monitor o moderador, encargado del diseño y desarrollo del ejercicio en todas sus fases, partiendo del diseño de la encuesta en el área específica “química” y el otro son los panelistas, los cuales responden las preguntas preparadas por el grupo monitor, quienes luego se encargan de analizar y sintetizar las respuestas para ser presentadas nuevamente a los expertos (panelistas), con el fin de buscar consenso. Este proceso puede ser repetido varias veces hasta que el grupo monitor elabore un informe final en el que se logran los objetivos del estudio. Si bien las respuestas y parte de la información es obtenida del panel, el uso que de ella se haga, ya sea en proyecciones o diseño de estrategias, es de exclusiva responsabilidad del grupo monitor.

Es importante destacar que estos estudios se han originado generalmente por una visión macro de los organismos del Estado, que luego dan origen a otros estudios más pequeños (micro), por parte de los actores que intervienen en el primer

estudio, como empresas y otras instituciones; por ejemplo, realizar un estudio prospectivo para una institución de educación superior sobre un tema de investigación puntual que se encuentra a la vanguardia del siglo XXI.

Los estudios también han tenido limitaciones que han sido resumidas por los críticos en los siguientes puntos:

- La presentación de los resultados de estudios prospectivos son en grandes volúmenes que ningún tipo de población consulta
- El 20% del uso de la química en las ingenierías de la UPB es mínimo por lo anterior las áreas disciplinares de mayor influencia son matemáticas y física en su orden de prioridad.
- El tiempo de recolección de la información puede tardar muchos años, por eso es importante el direccionamiento y el manejo del cronograma de la metodología por parte del grupo monitor.
- El costo del proceso es muy alto.
- Las áreas y temáticas elegidas como prioritarias por los expertos son determinadas por sus propios intereses, ocasionando problemas en la implementación de los resultados obtenidos al finalizar el estudio.
- Aunque los estudios son realizados con el objetivo de definir las áreas prioritarias, la mayoría no lo cumplen, realizando sólo una simple descripción del panorama científico-tecnológico.
- No existe una razón completamente equilibrada entre la demanda de los estudios y lo que se puede ofrecer.
- Casi todos los estudios se basan en los juicios subjetivos de expertos que no hacen énfasis en informaciones experimentales.

En la India el gobierno realizó un estudio para identificar las áreas principales de desarrollo de la ingeniería para la década de los 80, empleando el método Delphi, con una duración aproximada de un año y medio y cuatro rondas con los expertos,

logrando excelentes resultados; así lo expresan Balaraman y Venkatakrisnan (1980)⁹.

En el ámbito nacional se han realizado reflexiones sobre modernización y actualización curricular, promovidas por el ICFES y ACOFI, en las cuales han participado las universidades, las empresas y el estado (modelo triple hélice), identificando la necesidad de aplicar estudios prospectivos al interior de las facultades de ingeniería en las universidades del país. ACOFI, desde su origen, ha trabajado permanentemente en procura del mejoramiento de la calidad de la educación en ingeniería en Colombia, siendo éste uno de sus objetivos misionales¹⁰.

1.2 MÉTODOS Y HERRAMIENTAS USADOS EN PROSPECTIVA

En todos los estudios prospectivos se pueden identificar cuatro etapas, que finalmente permiten estructurar un conjunto de estrategias para que el sistema estudiado llegue a un estado deseado en el mediano o largo plazo. Estas etapas son: definición de variables internas y externas que caracterizan el sistema estudiado, priorización de las variables, estimación de escenarios futuros y planteamiento de estrategias para lograr el escenario deseable. Las diferentes técnicas usadas en cada una de las etapas se muestran en la siguiente tabla y en el diseño y desarrollo de la investigación se explicarán las que se han seleccionado para este estudio.

⁹ BALARAMAN, Shakuntala and VENKATAKRISHNAN, K. Identifying Engineering Education Goals and Priorities for the Future: an experiment with the Delphi Technique. *En*: Higher Education. Amsterdam. No. 9 (1980); p. 53-67.

¹⁰ ACOFI. Revisión y consolidación de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba correspondiente a los ECAES de Ingeniería, 2010. Enlace Web: http://www.acofi.edu.co/portal/documentos/resumen_ejecutivo_objeto_de_estudio.pdf

Tabla 1. Métodos y herramientas usados en prospectiva estratégica

ETAPAS	FINALIDAD DE LA TÉCNICA	TÉCNICA
VARIABLES	Hacer una aproximación de las posibles variables componentes del sistema	Árboles de competencia de Marc Giget
		Matriz DOFA
	Hallar las variables estratégicas	Igo "Importancia y Gobernabilidad"
		Ábaco de Fracois Régnier
		Análisis estructural
ACTORES	Precisar la influencia de los actores sociales sobre el desarrollo del sistema estudiado	Juego de actores
ESCENARIOS	Estimar el escenario probable	Método Delphi
		Ábaco de Fracois Régnier
		Sistema de Matrices de Impacto Cruzado
	Determinar escenarios alternos	Ejes estratégicos
		Análisis morfológico
		Sistema de Matrices de Impacto Cruzado
ESTRATEGIAS	Determinar objetivos, metas y priorizar las acciones con las que se lograrían	Igo "Importancia y Gobernabilidad"
		Ábaco de Fracois Régnier
		Análisis multicriterio
		Árboles de pertinencia

1.3 ANTECEDENTES DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Tabla 2. Teorías Conceptuales a cerca de la Vigilancia Tecnológica

Autor (es)	Definición
(Ashton y Stacey, 1995)	El Proceso de búsqueda, obtención, análisis y empleo de la información sobre desarrollos y tendencias en el ámbito científico y tecnológico, que es de alto valor para la competitividad de la empresa y, por tanto, es útil para la toma de decisiones estratégicas. Este proceso orienta los esfuerzos para adquirir, desarrollar, explotar y retirar tecnología en las empresas.
(Rouach, 1996)	El arte de descubrir, recolectar, tratar y almacenar informaciones y señales pertinentes, débiles y fuertes que permitirán orientar el futuro y proteger el presente y el futuro de los ataques de la competencia. Transfiere conocimientos del interior al exterior de la empresa.
(Escorsa y Maspons, 2001, citando a Palop y Vicente, 1999)	El esfuerzo sistemático y organizado de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por implicar una oportunidad o amenaza para ésta, con el objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios.

La vigilancia tecnológica se puede articular con los ejercicios de prospectiva tecnológica, utilizando sus resultados como punto de partida o adaptando algunas de sus técnicas, colocándolas en una perspectiva de tiempo más inmediata. Es el caso del Método Delphi, una técnica que permite obtener conclusiones que sirven de insumo y de guía para los procesos de búsqueda, identificación y análisis de los avances científicos y tecnológicos, típicos de la vigilancia tecnológica.

La vigilancia tecnológica incorpora los siguientes objetivos que dan cuenta de la credibilidad de los procesos a ejecutarse durante todo el estudio, permitiendo a la empresa o institución tomar decisiones estratégicas que coadyuven al mejoramiento continuo de la organización:

- ANTICIPAR: Detectar los cambios: nuevas tecnologías, máquinas, mercados, competidores.
- REDUCIR RIESGOS: Detectar amenazas: alianzas, nuevas inversiones.
- PROGRESAR: Detectar los desfases: entre nuestros productos y las necesidades de clientes (facultades de ingeniería). Entre nuestras capacidades y las de otros competidores.
- INNOVAR: Detectar ideas y nuevas soluciones: economías en I+D.
- COOPERAR: Conocer nuevos socios: clientes, expertos, socios.

Teniendo en cuenta lo anterior y siguiendo el proceso de vigilancia tecnológica se deben seleccionar fuentes de información y mantener una alerta informativa sobre los siguientes temas:

- Novedades en legislación, normativas y jurisprudencia relacionadas con la actividad de la empresa, el mercado, la competencia, los clientes y los proveedores.
- Noticias sobre avances científicos y tecnológicos.
- Patentes, diseños industriales y modelos de utilidad que tengan interés para la empresa. Se deberán analizar las novedades nacionales e internacionales.
- Información sobre convocatorias de ayudas y subvenciones (proyectos I+D, etc.) por las distintas instituciones públicas o privadas.
- Ferias profesionales: presentación de nuevas tecnologías y productos.
- Nuevos productos aparecidos en el mercado.
- Innovaciones de la competencia.
- Productos, precios, distribución y calidades que ofrecen los competidores.

- Publicaciones científicas (tesis doctorales, preprints, comunicaciones, artículos, etc.) que introduzcan novedades de nuestro interés.
- Proyectos de investigación desarrollados por instituciones científicas.
- Fusiones y alianzas de la competencia y los proveedores.
- Noticias sectoriales.
- Tendencias de mercado y consumidores.
- Estudios de prospección.
- Congresos científicos relacionados con nuestra actividad: establecer agenda de congresos nacionales e internacionales de interés y con posterioridad recopilación de actas con las comunicaciones presentadas.

Metodologías de Vigilancia Tecnológica

Tabla 3. Metodologías de Vigilancia Tecnológica

Referencia	Descripción
Proceso de la Inteligencia Competitiva y Tecnológica <i>Fuente: Mignogna, (1997)</i>	Es un proceso y a la vez es también el resultado de implementar el mismo, que utiliza fuentes públicas de información para desarrollar conocimiento acerca de los competidores, del mercado y del ambiente del negocio en general. Mignogna, diseñó este concepto basado en los estudios de investigación de mercados, proponiendo sus ideas de buscar información adecuada, que sea fiable, para así analizarla, y poder dar conclusiones y en grupos de expertos tomar decisiones sobre la dirección que debe de seguir un negocio.
Ciclo de la Inteligencia Competitiva o Vigilancia Tecnológica.	La metodología señalada por Sánchez y Palop resulta transversal a la organización como función que implica con distintas responsabilidades y tareas

Referencia	Descripción
<i>Fuente:</i> Sánchez J. M. y Palop F (2002)	al conjunto de la organización e incluso a su área de influencia.
Proceso de vigilancia tecnológica. <i>Fuente:</i> Morcillo, (2003)	Proceso de obtención, análisis, validación y difusión de información de valor estratégico sobre la organización, que se transmite a los responsables de la organización para la toma de decisión en el momento adecuado, partiendo fundamentalmente de la identificación del problema a analizar, determinando los objetivos de Vigilancia, que conllevan a la determinación de las fuentes de información para poder captarla.
Etapas desarrolladas en la Vigilancia Tecnológica. <i>Fuente:</i> Oscar F. Castellanos, Andrés M. León y Víctor M. Montañez	Inicia con la definición de una necesidad inicial de información (objeto de la vigilancia) y concluye con la definición de estrategias y la toma de decisiones. Estos elementos aparecen en distintos niveles y prioridades a lo largo del ciclo de la vigilancia tecnológica, y se pueden estructurar en términos del conocimiento (sobre la temática de estudio y la metodología empleada), de los recursos (tecnológicos, financieros, físicos), del personal (actor, directivo, conecedor del tema y analista de información).
Metodología integrada de evaluación de la innovación, tecnologías y competencias. <i>Fuente:</i> Delgado M y otros (2008)	Otra metodología que utiliza la vigilancia de indicadores de ciencia y tecnología como los que se publican en bases de datos de EUROSTAT o de la RICYT como elementos de entrada para la evaluación integrada de la innovación, las tecnologías y las competencias en organizaciones.

Referencia	Descripción
	Permite a la organización la toma de decisiones estratégicas respecto a la innovación y su desarrollo tecnológico a partir de una vigilancia sistemática del entorno externo para los indicadores de ciencia y tecnología por sector.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Identificar las prioridades académicas e investigativas del área de Química, en el Centro de Ciencia Básica de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Medellín, en un horizonte de tiempo del 2010 al 2020.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar las principales temáticas que podrían ser de interés académico e investigativo en el Centro de Ciencia Básica Área de Química y su articulación con los programas de Ingeniería en un horizonte de tiempo del 2010 al 2020.
- Realizar un estudio Delphi a tres rondas con expertos temáticos, en su mayoría docentes de diferentes instituciones universitarias y profesionales de la industria.
- Reconocer la motricidad y dependencia de las variables académicas, administrativas e institucionales que permitan apalancar la estrategia de la Escuela de Ingenierías, desde el punto de vista de la formación en Química desde el Centro de Ciencia Básica.

- Presentar recomendaciones que permitan formular la estrategia académica e investigativa de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana.

- Aplicar el Ciclo de la Inteligencia Competitiva o Vigilancia Tecnológica de Sánchez J. M. y Palop F. al Estudio de Prospectiva Estratégica del Centro de Ciencia Básica de la Escuela de Ingenierías para determinar:
 - o Los factores críticos de vigilancia de la temática seleccionada por el Centro de Ciencia Básica.
 - o El análisis de los factores críticos de vigilancia, mediante las herramientas computacionales pertinentes.
 - o Confrontación de los resultados arrojados por la herramienta de análisis de la información con el grupo de expertos o profesionales en la temática.
 - o Conclusiones del estudio.

1.5 JUSTIFICACIÓN

El vertiginoso avance del conocimiento científico, la creación de nuevas tecnologías al igual que el surgimiento de nuevas estructuras de mercado ha obligado a que la ingeniería y en su defecto la Ciencia Básica evolucione a través del tiempo, creando y desarrollando nuevas herramientas y técnicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje para enfrentar la toma de decisiones. Esto se traduce en una ampliación del rango de acción de la Ciencia Básica como de la ingeniería y por tal razón sus programas académicos necesitan mantenerse actualizados, con miras a obtener un enriquecimiento teórico y práctico en conocimientos y habilidades que se adaptan a las nuevas necesidades estratégicas y a las nuevas temáticas específicas de cada área del conocimiento.

El estudio prospectivo aporta una serie de herramientas que le permiten al Centro de Ciencia Básica realizar una planeación estratégica acorde con las necesidades de los diferentes énfasis de la Ingeniería, quienes son sus principales clientes, para que éstos sean competitivos y vigentes de acuerdo a las necesidades investigativas e industriales.

Como dinámica de los nuevos tiempos, las instituciones de educación superior enfrentan serios retos, asociados en su gran mayoría al cumplimiento de su misión en los contextos en donde se desarrolla. Por esto la Universidad Pontificia Bolivariana propuso en el 2008 que la institución debería estar acorde con las universidades en forma global dentro de sus planes de desarrollo y le recomienda a la oficina de planeación formular las políticas para el diseño de los planes operativos en cada una de las dependencias administrativas y académicas.

En este orden de ideas, la Escuela de Ingeniería de la UPB, desde la modalidad de proyecto académico, invita a un grupo de docentes para que trabajen en el diseño y la construcción de un documento en cada uno de los programas y también en el centro de Ciencia Básica. A partir de estos insumos buscar los elementos mencionados en el objetivo general y además contribuir para la reforma curricular de los planes de estudio de dicha escuela.

El estudio prospectivo mostrará las tendencias académicas en Ciencia Básica (Química), que debe ser impartida en el Centro de Ciencia de Básica como base para la formación de ingenieros competentes de frente a los retos de la industria y la investigación en el año 2020, incluso algunas temáticas que no habían sido visualizadas como importantes hasta el momento y que pueden ser revolucionarias para su aplicación en los programas de Ingeniería. Los resultados del estudio le permitirán al Centro prepararse proactivamente, ajustar su currículo, ajustar las metodologías de enseñanza-aprendizaje, crear nuevos laboratorios y dotar los existentes de forma que estos procesos integrados de actualización

permanente, permitan cerrar las brechas identificadas en el presente estudio de prospectiva estratégica.

1.6 CONTEXTO

La Ciencia Básica en la Universidad Pontificia Bolivariana se remonta históricamente a la fundación de la Facultad de Ingeniería Química en 1938, cuando se sirvieron los primeros cursos de Matemáticas, Física y Química con sus laboratorios.

Pero fue el 6 de septiembre de 1967 cuando de manera oficial la Universidad Pontificia Bolivariana creó la unidad académica que hoy conocemos como Centro de Ciencia Básica. Su objetivo inicial fue unificar y estructurar los conocimientos básicos en las áreas de Matemáticas, Física y Química en las entonces denominadas Facultades Técnicas: Ingenierías y Arquitectura.

Inicia actividades en 1968 y promueve una total reorganización en los contenidos y docencia de la Matemática, adaptándola a la corriente de renovación surgida en diferentes universidades europeas y latinoamericanas.

En el año de 1983 tras un largo proceso de reflexión sobre Ciencia Básica en la Universidad, y en particular en la Escuela de Ingenierías, se consolidan las áreas de Matemáticas y Física como fundamentales en la formación de los futuros ingenieros y a ellas se une en el año de 1988 el área de Química.

A lo largo de su historia el actual Centro de Ciencia Básica ha sufrido varias reestructuraciones adaptándose a las nuevas situaciones: se inició como División de Ciencias Básicas en el año de 1967; en 1972 pasó a denominarse Departamento de Matemáticas y Física; fue reorganizado y se denominó

Departamento de Ciencia Básica en 1982; en 1996 se creó la Escuela de Ciencia Básica la cual perduró hasta el año 2001, cuando fue transformada a Centro y desde entonces recibe el nombre de Centro de Ciencia Básica, adscrito a la Escuela de Ingenierías.

Desde hace cuatro décadas, el hoy denominado Centro de Ciencia Básica aporta las bases científicas necesarias para la formación y desempeño profesional de los ingenieros de la Universidad Pontificia Bolivariana, en las áreas de Matemáticas, Física y Química.

El Centro, consciente de que la ingeniería se encuentra en la interfaz entre el conocimiento científico y matemático y la sociedad humana¹¹ y que la función del ingeniero es ser solucionador de problemas, propone una formación en ciencias que promueve la apropiación de conceptos y contenidos axiológicos, el desarrollo de los pensamientos creativo y matemático, y los procesos de abstracción, creatividad y metacognición necesarios para la formación de estudiantes autónomos y competentes, que se conviertan en profesionales y empresarios exitosos, capaces de adaptarse y aprender en los entornos globalizados y competitivos en los que está incursionando nuestro país en su desarrollo tecnológico, social y económico.

Hoy, de acuerdo con las políticas de la Universidad, el Centro se proyecta hacia su consolidación nacional e internacional con calidad, autorregulación y pertinencia, en un marco de modernización y reorientación de sus procesos académicos y administrativos buscando una relación cada vez más fructífera con su entorno. Propuesto por la estrategia genérica y sus objetivos prospectivos-estratégicos hacia el año 2015.

¹¹ Ibid. p.5.

El Centro de Ciencia Básica de la Universidad Pontificia Bolivariana es una unidad académica de excelencia, con proyección nacional e internacional en investigación, con actividades docentes y discentes que atraviesen el contexto universitario y con proyección social pertinente, todo ello en concordancia con la identidad, los principios y los valores de la Universidad.

Además, el Centro de Ciencia Básica vela por la producción, transmisión y proyección de conocimiento en las áreas de matemáticas, física y química, así como la formación de personas autónomas, competentes y con espíritu académico e investigativo. Esto se logra mediante un currículo flexible y acorde con los avances de la ciencia y la tecnología, apoyado en una cultura administrativa que propicie la efectividad en los procesos.

Los laboratorios del Centro de Ciencia Básica, son las dependencias universitarias que tienen bajo su responsabilidad las prácticas de Física y Química para todas las dependencias de la Universidad que lo requieran, y en la medida de la disponibilidad de sus recursos, prestar el servicio de práctica de laboratorio a entidades externas a la universidad. Así mismo, promueven y apoyan actividades de investigación y extensión realizadas por grupos de investigación, estudiantes, docentes y por iniciativa de los mismos laboratorios.

En el área de Matemáticas se brindan los cursos de: Matemática Básica, Geometría y Trigonometría, Cálculo Diferencial, Geometría Vectorial, Álgebra Lineal, Cálculo Integral, Cálculo Vectorial, Ecuaciones Diferenciales, Estadística, Métodos Numéricos, Matemáticas Discretas, Teoría de la Computación y otros temas, los cuales sirven de apoyo a la modelación y solución de problemas en las áreas de Física, Química, cursos del ciclo preprofesional y procesos investigativos.

El área de Física ofrece los cursos de: Mecánica, Electricidad y Magnetismo, Ondas, Física Moderna, Estática, Dinámica y Mecánica Vectorial, todos ellos con

un fuerte respaldo experimental por medio de prácticas de laboratorio, que brindan conocimientos fundamentales para abordar cursos más especializados en otros ciclos de la formación profesional.

La formación en Química incluye los cursos de Química Básica y Química General, que presentan conceptos básicos de Química Inorgánica y Físicoquímica; estos cursos sirven de base para estudios posteriores en varios programas de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana. Con lo anterior se demuestra el mínimo porcentaje de uso de la química en las ingenierías de la universidad.

El Centro de Ciencia Básica revierte en los cursos que ofrece los adelantos en investigación formativa y científica de sus grupos de investigación y semilleros. En la actualidad cuenta con dos grupos de investigación y dos semilleros, pero ninguno en el área de Química.

Grupo de Óptica y Espectroscopía – GOE: Categoría A de Colciencias. Tiene como objetivo contribuir al desarrollo de la física en los campos de la óptica y la espectroscopía, mediante la ejecución de proyectos de investigación acordes a las necesidades del medio, que permitan la formación integral científica de estudiantes y profesionales en ingeniería y ciencias. Para el logro de este objetivo se han creado tres líneas de investigación:

- Línea de óptica no lineal fotorrefractiva.
- Línea de espectroscopía.
- Línea de Metrología óptica.

Grupo de Investigación en Matemáticas – GMAT: Es un grupo reconocido por el CIDI e inscrito en Colciencias. Su propósito fundamental es de fortalecer la investigación científica y la educación matemática en la Universidad Pontificia

Bolivariana. Para el logro de sus metas tiene las siguientes líneas de investigación:

- Matemática aplicada.
- Matemática pura.
- Educación matemática.

El grupo cuenta con el **Semillero Interdisciplinario de Cardiología y Métodos Numéricos SICME**, creado en 2002 con el fin de apoyar actividades de docencia e investigación en Medicina e Ingeniería en el área de modelamiento numérico. Además mantiene una interacción dinámica con los cursos de Métodos Numéricos.

Semillero interdisciplinario en ciencias experimentales para el desarrollo sostenible SICEDESO. La misión del semillero, es contribuir por medio de la reflexión, la investigación básica, aplicada y experimental al proceso de formación de los estudiantes para el desarrollo científico y la innovación tecnológica, con el fin de encontrar soluciones a problemas de la comunidad, garantizando el manejo prudente y eficiente de nuestros recursos, de tal modo que se atiendan las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer el bienestar de las futuras.

1.7 ANTECEDENTES

El 2 de julio de 1966, el doctor GUILLERMO MAYA A., propuso a la universidad bajo la rectoría de monseñor FELIX HENAO BOTERO, la creación de un Departamento de Ciencia Básica, solicitud que fue aprobada el 1 de noviembre de ese año, y el departamento empezó a funcionar bajo la dirección del doctor MAYA A., con secciones de matemáticas química e idiomas.

A partir del 1 de enero de 1970 la dirección del departamento fue encomendada al doctor Elkin Baena S., hasta enero de 1974, reemplazado transitoriamente por el doctor Augusto Uribe M., durante 1975 y por el doctor Francisco Mejía D., durante 1978, quedando acéfala hasta 1982. Es de anotar que durante este periodo de existencia del departamento de ciencia básica, los programas de física, matemáticas y química estaban adscritos a cada facultad.

Después de esta etapa inédita, a principios de 1980, un grupo de profesores de la facultad de ingeniería química de la U.P.B, elabora un ensayo titulado "el papel de la investigación en la universidad", donde se vuelve a plantear la necesidad de un departamento o sección de ciencia básica que aglutine asignaturas que pueden ser comunes en las ingenierías y es así como la sección de ciencia básica se reestructura como resultado de las congruencias y afinidades de algunos cursos de las facultades de ingeniería, administración y educación. Por recomendación del ingeniero Francisco Restrepo G., en ese entonces director académico, se realizaron varias reuniones (entre 1980 y 1982), con profesores que representaban las facultades de ingeniería química (Antonio Quintero, Fabio Martínez, Javier Escobar), eléctrica y electrónica (Samuel Jaramillo), Educación (Félix Ruiz), mecánica (Luis Alfonso Bernal) coordinados por el profesor Elkin Baena, se debatieron con mucha altura, las conveniencias de las funciones de cursos, materias, contenidos y coincidencias entre las facultades representadas, invitando en ocasiones a profesores de las áreas pre profesional y profesional, para justificar los cambios y modificaciones propuestas. Además de uniformizar los cursos de matemáticas física y química, el objetivo en ciencia básica a largo plazo consistía en llegar a tener carreras propias y estudiantes propios también, en donde se pudiera disponer de un espacio para el estudio, la docencia, la investigación científica en las áreas mencionadas y en las otras que fueran surgiendo según las necesidades de desarrollo del país.

Es así como consecuencia de estas discusiones, este agrupamiento homogéneo se consolidó en una sección de ciencia básica coordinada por el profesor Hernán Valencia en 1982, para continuar luego el profesor Bernardo Lopera Villa hasta 1995, siendo reemplazado por el ingeniero Jairo Lopera Pérez.

En diciembre de 2003 fue elegido por votación entre los docentes del centro como jefe de ciencia básica el ingeniero electrónico Guillermo León López Flórez, cargo que ocupó hasta junio de 2007, siendo reemplazado por el magíster Elmer Ramírez Machado.

De acuerdo a los procesos de autoevaluación que se generan en las instituciones se replantean la misión y la visión del centro, de la forma siguiente.

Misión: La misión del Centro de Ciencia Básica es la producción, transmisión y proyección de conocimiento, en las áreas de matemáticas, física y química, así como la formación de personas autónomas, competentes y con espíritu académico e investigativo. Esto se logra mediante un currículo flexible y acorde con los avances de la ciencia y la tecnología, apoyado en una cultura administrativa que propicie la efectividad en los procesos.

Visión: El Centro de Ciencia Básica de la escuela de ingeniería de la U.P.B será una unidad académica de excelencia, con proyección nacional e internacional en investigación, con actividades docentes y docentes que atraviesen el contexto universitario y con proyección social pertinente, todo ello en concordancia con la identidad, los principios y los valores de la U.P.B.

De acuerdo a todo lo anterior y viendo las necesidades específicas al interior del Centro de Ciencia Básica se propone a la escuela y específicamente al comité de decanatura de esta; desarrollar un proyecto de prospectiva al igual que lo estaban haciendo los demás programas de la escuela, con el objetivo de identificar las

prioridades académicas, investigativas e institucionales del Centro de Ciencia Básica, en la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Medellín, en un horizonte de tiempo del 2010 al 2020.

Por esto se propone elaborar un proyecto académico que esté a cargo de dos docentes vinculados con la colaboración de tres estudiantes de la maestría en Gestión Tecnológica, donde el trabajo para optar al título de magister es el de sistematizar la propuesta de prospectiva del centro de ciencia básica y donde estos proponen lo siguiente.

La prospectiva tecnológica lleva cerca de sesenta años, lo cual la convierte en una ciencia joven donde existe diversidad de maneras de definirla y practicarla. En este trayecto se pueden encontrar diversos estudios sistémicos en distintos entornos y contextos, es usada en algunos países para determinar ejes de investigación, tecnologías emergentes, políticas científico-tecnológicas, y también en el entorno que nos concierne: en la educación. Estos trabajos pueden identificarse mediante distintas denominaciones: Futurología, estudios de futuro, foresight, pronóstico, entre otros.

En Colombia el ICFES promovió en 1997 un entorno reflexivo sobre la educación al solicitarle a las universidades públicas realizar una actualización curricular.

Cabe destacar que en el país se han realizado algunos estudios de prospectiva, entre ellos:

Tabla 4. Estudios de Prospectiva en el país

Autor (es)	Descripción
(Lucia del Carmen Duque Escobar, Gloria	Visión retrospectiva y prospectiva del Colegio Mayor de Antioquia, 1980-1992

Autor (es)	Descripción
Marleny Ossaba y Víctor Hernán Mazo Pérez, 1988)	
(Jorge Alfredo Roldan Ochoa, Héctor Sánchez Gómez y Queipo Franco Timana Velásquez, 1995)	Estudio retrospectivo y prospectivo de los núcleos de desarrollo educativo en Antioquia
(Mauricio Alberto Realpe Quintero, 1999)	Estudio prospectivo para el desarrollo de bacterias entomopatógenas mejoradas mediante ingeniería genética
(Arsenio de Jesús Álvarez Arboleda, 1999)	Análisis prospectivo sobre el uso de técnicas biotecnológicas en la producción de alimentos en Antioquia en el año 2010
(Gonzalo Armando Álvarez Gómez, 2001)	Estudio de técnicas para la elaboración de pronósticos empresariales
(Luis Fernando Bolívar Roldán, 2006)	Prospectiva de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en Antioquia y Colombia
(Jorge Castro Corrales y Roberto Alonso Zapata Villegas, 2006)	Estudio prospectivo del centro metalmeccánico SENA
(John Fernando Vargas, 2008)	Estudio prospectivo del sector de las telecomunicaciones

En la Universidad Pontificia Bolivariana se han desarrollado distintos estudios y proyectos de prospectiva para diferentes programas de pregrado, algunos de los cuales han entregado avances de productos a nivel de tesis de maestría y postgrado.

La Escuela de Ingenierías busca posicionarse a nivel nacional e internacional, para lo cual desde 2004 ha planteado orientar sus procesos a largo plazo y formular políticas que lo faciliten. De allí nace en 2005 el objetivo de realizar un estudio prospectivo que no fue posible iniciar inmediatamente. A partir del año 2007, con la participación de Grupo de Investigación en Política y Gestión Tecnológica, se han finalizado los estudios correspondientes a los programas de ingeniería aeronáutica, ingeniería agroindustrial, ingeniería de telecomunicaciones, ingeniería industrial e ingeniería informática. A continuación se relacionan algunos de los estudios realizados en la UPB:

Tabla 5. Estudios de Prospectiva en la UPB

Autor (es)	Descripción
(Jorge Alonso Manrique Henao y Carlos Alberto Builes Restrepo, 2000)	Las prioridades investigativas en ingeniería mecánica: Un estudio prospectivo en Antioquia
(José Fernando Pineda Vergara, 2004)	Bases para el estudio de prospectiva académica del programa de gestión tecnológica
(Angélica María Luque Villadiego, 2008)	Bases para el estudio de prospectiva académica del programa de ingeniería informática de la Universidad Pontificia Bolivariana al año 2015
(Luis Jaime Gutiérrez Aguirre, 2008)	Estudio de prospectiva académica del programa de ingeniería informática de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), sede Medellín, al año 2015

1.8 PARTICIPANTES EN EL PANEL DELPHI

Inicialmente para identificar las principales temáticas académicas y de investigación en el Centro de Ciencia Básica se realizó una encuesta Delphi, la cual avanzó solamente hasta la primera ronda de consulta a expertos, pues en ésta se preguntaban temáticas específicas de las tres áreas del conocimiento de interés, a un grupo de 30 expertos pertenecientes en un **100%** a la Universidad Pontificia Bolivariana.

Se evidenció la necesidad de conformar paneles independientes de expertos y en especial para el área de química. De esta manera se separa el estudio Delphi con tres encuestas independientes, lo que requirió a su vez recopilar un conjunto de 26 participantes.

1.8.1 Perfil Académico

La formación profesional que se buscó en los expertos para conformar el panel Delphi, fue:

Licenciados en diferentes áreas de Ciencia Básica:

- Licenciados en química

Profesionales y tecnólogos en diferentes ciencias:

- Químicos

Ingenieros en diferentes áreas

- Ingenieros agroindustriales
- Ingenieros ambientales
- Ingenieros biomédicos

- Ingenieros de alimentos
- Ingenieros de minas
- Ingenieros de petróleos
- Ingenieros forestales
- Ingenieros industriales
- Ingenieros químicos
- Ingenieros sanitarios
- Ingenieros textiles

Profesionales con título de especialización, maestría y doctorado en diferentes campos de la ciencia básica y la ingeniería.

La selección de los profesionales expertos participantes de las rondas Delphi, se realizaron teniendo en cuenta los diferentes contextos de como se conciben las ciencias básicas en las diferentes universidades de la región y el país y buscando la perspectiva y la proyección a futuro por parte de expertos vinculados tanto en la academia como en la industria.

1.8.2 Panel de Química

Para la conformación del panel de expertos del área de Química, el perfil fue definido como aquel que tuviera título de pregrado en Ingeniería, Tecnología en Química, Química, con algún título de postgrado y preferiblemente con experiencia en docencia universitaria e investigativa, sin dejar de lado los trabajadores dependientes e independientes de la industria.

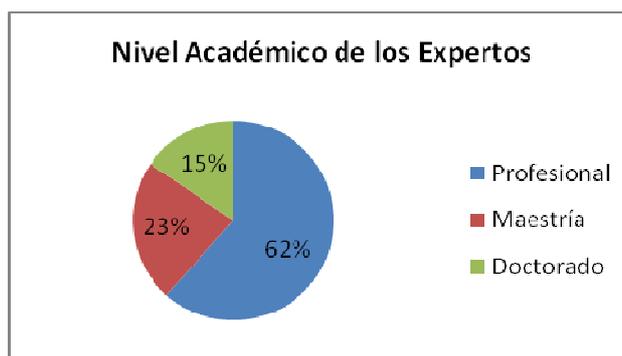
Para la convocatoria de los expertos temáticos se enviaron correos electrónicos de invitación a 75 expertos de diferentes universidades de Colombia y algunos profesionales de empresas del sector Químico e Ingenieril y para el caso de los

expertos de la Universidad Pontificia Bolivariana se contactaron a través de entrevista personal. Sin embargo para la primera ronda sólo se recibieron respuesta de 26 expertos, con diferente nivel académico, pero mayoritariamente con título de pregrado (62% de los participantes).

Tabla 6. Nivel académico, panel de Química

Nivel académico	Participantes	% Participantes
Profesional	16	62%
Maestría	6	23%
Doctorado	4	15%

Figura 1. Nivel académico, panel de Química

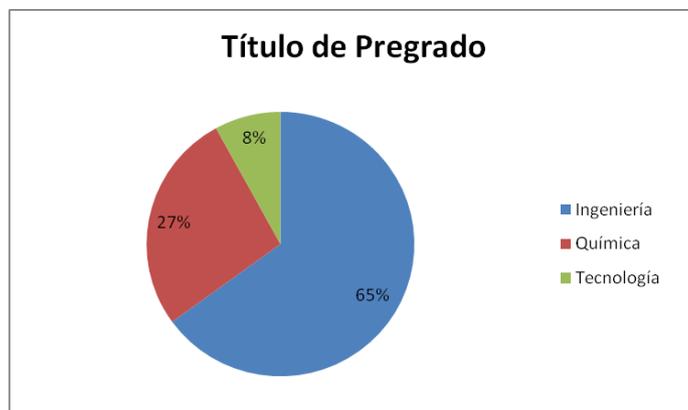


La distribución de expertos de acuerdo a su título de pregrado se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7. Título de pregrado, panel de Química

Título de Pregrado	Participantes	% Participantes
Ingeniería	17	65%
Química Pura	7	27%
Tecnología	2	8%

Figura 2. Título de pregrado, panel de Química



1.8.3 Perfil de empresas del área del conocimiento

Para la conformación de cada uno de los Paneles, se buscaron universidades que ofrecen programas de ingeniería, instituciones que tengan centros, grupos y semilleros dedicados a la investigación en diferentes principios y áreas relacionadas con la ciencia básica, involucrados tanto en proyectos de ciencia base como de investigación aplicada.

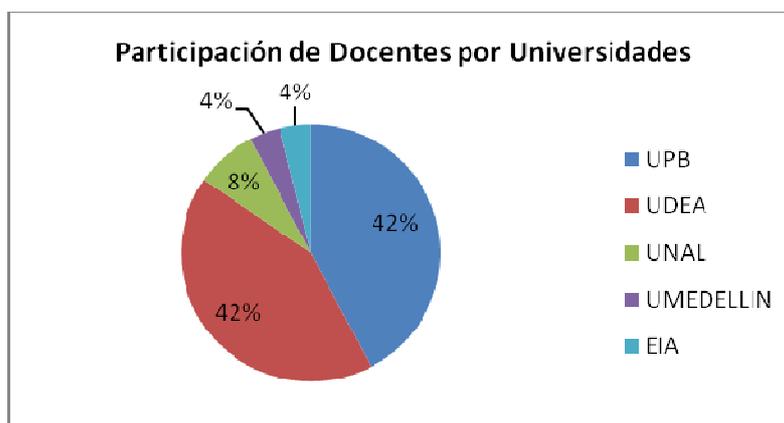
1.8.3.1 Panel de Química

El panel de expertos temáticos del área de Química está conformado por docentes e investigadores de diferentes Universidades de Medellín, con una participación del 42% de docentes de la Universidad Pontificia Bolivariana. Adicionalmente se incluyeron expertos que laboran independientemente como directores de proyectos empresariales con experiencia en docencia e investigación universitaria.

Tabla 8. Participación por instituciones educativas, panel de Química

Universidades		
Institución	Ciudad (País)	Total
Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín	11
Universidad de Antioquia	Medellín	11
Universidad Nacional de Colombia	Medellín	2
Universidad de Medellín	Medellín	1
Escuela de Ingeniería de Antioquia	Medellín	1

Figura 3. Participación por instituciones educativas, panel de Química



1.8.4 Perfil de Empresas que se apoyan en el área de conocimiento

En el panel podría participar todos los sectores productivos con áreas de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

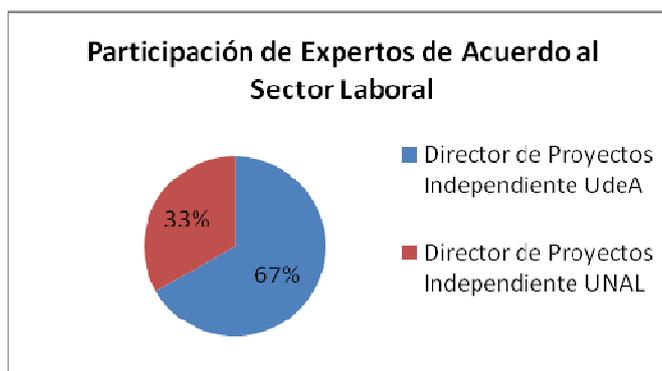
1.8.4.1 Panel de Química

En el ejercicio DELPHI, panel de Química se contó con expertos vinculados a la industria en el direccionamiento de proyectos empresariales con experiencia en docencia e investigación universitaria.

Tabla 9. Participación por empresas, panel de Química

Prestadores de Servicio		
Institución	Ciudad (País)	Total
Director de Proyectos Independiente U de A	Medellín	2
Director de Proyectos Independiente UNAL	Medellín	1

Figura 4. Participación por empresas, panel de Química



1.8.5 Listado de Expertos

1.8.5.1 Panel Estudio Delphi Área de Química

Tabla 10. Integrantes del panel de Química

Id	Nombre	Nivel Académico	Información de Contacto	Ciudad (País)
1	Amparo Vanegas	Profesional	amparo.vanegas@upb.edu.co	Medellín

Id	Nombre	Nivel Académico	Información de Contacto	Ciudad (País)
	Ochoa		4159020 Ext. 6795	
2	Lina María Vanegas Ochoa	Profesional	lina.vanegas@upb.edu.co 4159020 Ext. 6790	Medellín
3	Geovanna Tafur García	Maestría	geovanna.tafurt@upb.edu.co 2385425 3114368724	Medellín
4	Luis Fernando Montoya V.	Profesional	luis.montoya@upb.edu.co 4159020	Medellín
5	Aquilino Yamil Aubad López	Profesional	aquilino.aubad@upb.edu.co 2663867 3206740679	Medellín
6	Fabio Castrillón H.	Maestría	fabio.castrillon@upb.edu.co 4159020 Ext. 9550	Medellín
7	Jorge Velásquez	Doctorado	jorge.velasquez@upb.edu.co 4159020	Medellín
8	Marta Lucía Ríos	Maestría	mlrios@upb.edu.co 4159020	Medellín
9	Miguel A. Duque	Profesional	madc@upb.edu.co 4159020	Medellín
10	Mariluz Betancur	Maestría	mariluz.betancur@upb.edu.co 4159082 Ext. 111	Medellín
11	Carmen Cecilia Ramírez P.	Profesional	cecilia.ramirez@upb.edu.co 4159016	Medellín
12	Adriana María Quinchía F.	Maestría	aquinchia@eia.edu.co 3549090	Medellín
13	Néstor Aguirre	Doctorado	naguirre@udea.edu.co 2196562	Medellín
14	Sol Milena Mejía Chica	Profesional	solmilena90@gmail.com 2196654	Medellín

Id	Nombre	Nivel Académico	Información de Contacto	Ciudad (País)
15	Diana Lucía Hernández Bustamante	Profesional	gdlhernandezb@gmail.com 2196654	Medellín
16	Juan Felipe Franco G.	Profesional	iffg04@gmail.com 2196513	Medellín
17	Fernando Echeverri	Doctorado	echeverri@udea.edu.co 2196595	Medellín
18	Juliana Zuluaga	Tecnología	julianazh@yahoo.es 2196571	Medellín
19	Diana Urbizagastegui	Profesional	urbi@terra.com.co 2196571	Medellín
20	Germán Gómez Ramírez	Tecnología	gergoram@yahoo.com 2196571	Medellín
21	Blady López	Profesional	blady518@gmail.com 2196571	Medellín
22	María del Socorro Yepes Pérez	Profesional	msyepes@unalmed.edu.co 4309339	Medellín
23	Julián Trujillo Santacoloma	Maestría	jtrujillo@udem.edu.co 3405407	Medellín
24	Alina Lucía Imbeth Luna	Profesional	alimbeth@fisica.udea.edu.co 3155919892	Medellín
25	Alejandro Gaviria Soto	Profesional	alejandro.gaviria.soto@gmail.com 2196495	Medellín
26	Gloria Cristina Valencia Uribe	Doctorado	gvalenc@unalmed.edu.co 4309619 4309844	Medellín

1.8.6 Panel Estudio Delphi de Ciencia Básica (Sólo primera ronda)

Tabla 11. Integrantes del panel de Ciencia Básica

Id	Nombre	Institución	Ciudad (País)
1	Guillermo A. Navarro	UPB	Medellín
2	Héctor Escobar	UPB	Medellín
3	Adriana Quinchía	UPB	Medellín
4	Consuelo Arango	UPB	Medellín
5	Héctor Lorduy Gómez	UPB	Medellín
6	Guillermo León López	UPB	Medellín
7	Rocío Elejalde Alvarez	UPB	Medellín
8	Luis Alfonso Bernal	UPB	Medellín
9	María Teresa Posada Vélez	UPB	Medellín
10	Marino Franco Acevedo	UPB	Medellín
11	Andrés Pareja López	UPB	Medellín
12	Asdrúbal Valencia Giraldo	UPB	Medellín
13	Luis Fernando Montoya Valencia	UPB	Medellín
14	Wilson Montenegro Velandia	UPB	Medellín
15	Hernán Gómez Rojas	UPB	Medellín
16	Janin Escobar	UPB	Medellín
17	Rubén Arboleda Vélez	UPB	Medellín
18	Juan Carlos Palacio Piedrahita	UPB	Medellín
19	Gabriel Ferney Valencia C.	UPB	Medellín
20	Hernán Giraldo	UPB	Medellín
21	Ana Victoria Gómez González	UPB	Medellín
22	Luz Aida Sabogal Tamayo	UPB	Medellín
23	Daniel Adolfo Henao	UPB	Medellín
24	Elmer José Ramírez	UPB	Medellín

Id	Nombre	Institución	Ciudad (País)
25	Fabio Castrillón Hernández	UPB	Medellín
26	Jhonson Garzón Reyes	UPB	Medellín
27	Jairo Augusto Lopera Pérez	UPB	Medellín
28	Jackson Reina	UPB	Medellín
29	Ricardo Llerena León	UPB	Medellín
30	Oscar J Cardona V	UPB	Medellín

2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

En este paso metodológico se realiza la revisión bibliográfica y las reuniones con expertos. Adicionalmente, queda establecida la ruta a seguir en concordancia con las instrucciones del director del proyecto y los lineamientos del Macroproyecto de Prospectiva Estratégica para la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana Sede Medellín.

2.2 DETERMINACIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS EN QUÍMICA POR APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI

2.2.1 Descripción del Método Delphi

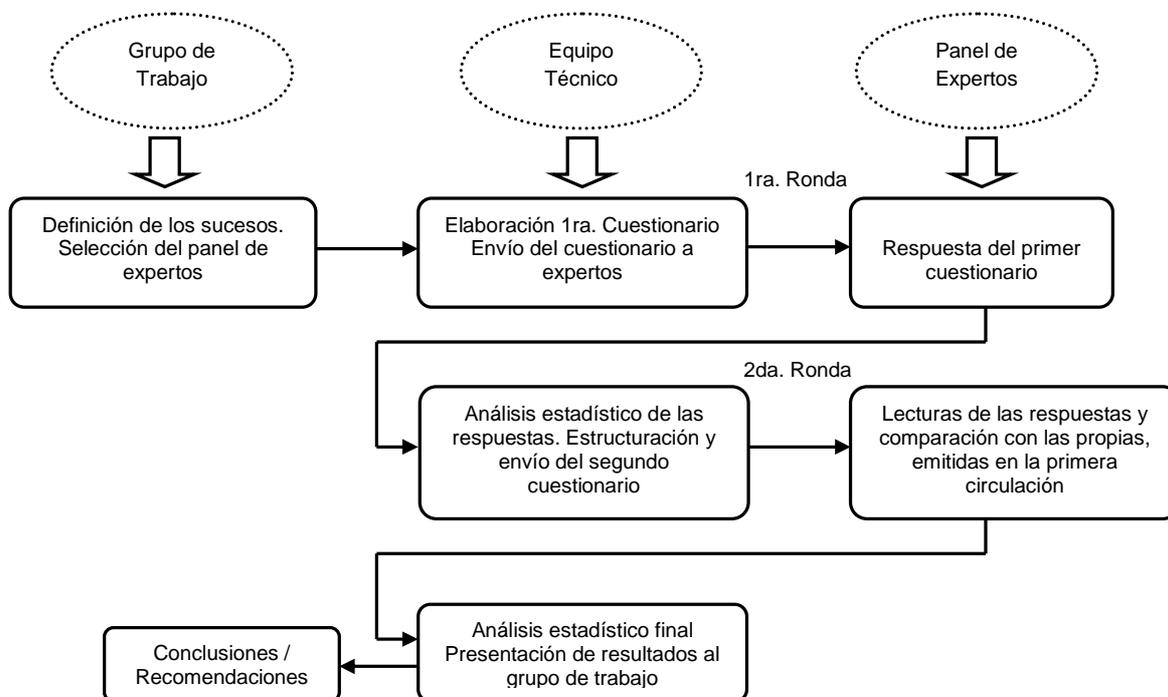
Es la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos (N. Dalkey y O. Helmer, 1963). Consiste en la discusión de un grupo de expertos anónimos a través de un moderador.

Para la realización de ejercicios Delphi, se usan encuestas estructuradas, desarrolladas por el grupo monitor del ejercicio, en las que se indaga por la relevancia de un conjunto de temáticas o tecnologías, para definir al final del ejercicio los temas relevantes en un área del conocimiento, en el caso de este estudio en el área de Química para Ingeniería.

El método Delphi se compone de una fase pre-exploratoria en la que el grupo monitor se encarga de definir un conjunto de temas que van a ser interrogantes en el ejercicio y de la configuración del panel de expertos, a los cuales se enviarán los cuestionarios. Luego se aplican tres cuestionarios (o más cuestionarios, dependiendo del tema y del consenso logrado entre los expertos), que pretenden lograr un consenso aceptable entre los expertos sobre la importancia de los temas de discusión. En la primera ronda se pregunta por la relevancia de los temas y de acuerdo a la calificación y al consenso se seleccionan los temas prioritarios y en discusión de la primera ronda. En la segunda ronda, se pueden reconfigurar los grupos de prioridad y los expertos dan sus razones para incluir o excluir temáticas del grupo de temas prioritarios. En la tercera ronda, y ayudados por las razones dadas en el cuestionario de la segunda ronda, los expertos seleccionan los temas prioritarios que consideren y el grupo monitor obtiene las conclusiones del ejercicio.

El proceso Delphi se muestra en la siguiente gráfica:

Figura 5. Descripción del Método Delphi para estudios de futuro. Fuente: Instituto de la Ingeniería de España



2.2.2 Aplicación del método Delphi

Para el desarrollo del estudio Delphi del área de Química se realizaron tres rondas de encuestas a expertos (considerando expertos a docentes o investigadores con experiencia mayor a 3 años en el área, empleados de empresas con equipos de I+D, personas de la industria con experiencia docente). Los datos se obtuvieron mediante encuestas estructuradas a expertos involucrados en el tema, estos datos conforman la información obtenida de fuentes primarias. Las encuestas realizadas se encuentran en el Anexo B.

2.2.2.1 Criterios de selección de la muestra

Los criterios de selección de la muestra (grupo de expertos del panel DELPHI) fueron los siguientes:

- Expertos docentes o investigadores con experiencia mayor a 3 años en el área de las Química, Tecnología Química e Ingeniería Química.
- Empleados de empresas de Ingeniería con equipos de I+D.
- Personas de la industria con experiencia docente.
- Docentes Investigadores.
- Personas preferiblemente con algún título de postgrado en Química o algún área de Ingeniería.
- Se buscó que la mayoría de participantes conocieran la Universidad Pontificia Bolivariana.
- Buscamos que los participantes de las rondas Delphi hicieran parte de un contexto diferente al Centro de Ciencia Básica de la UPB.

En la primera ronda se enviaron invitaciones a un total de 75 expertos de la industria, la academia y la investigación tanto a nivel regional, nacional como internacional, de los cuales respondieron 26.

2.2.2.2 Análisis del consenso alcanzado

Para realizar el análisis del consenso alcanzado se estudian las respuestas de la primera y la tercera ronda, teniendo en cuenta sólo a los expertos que tuvieron continuidad en las tres rondas del ejercicio DELPHI.

Medición del consenso para cada tema¹², se realizó de la siguiente forma:

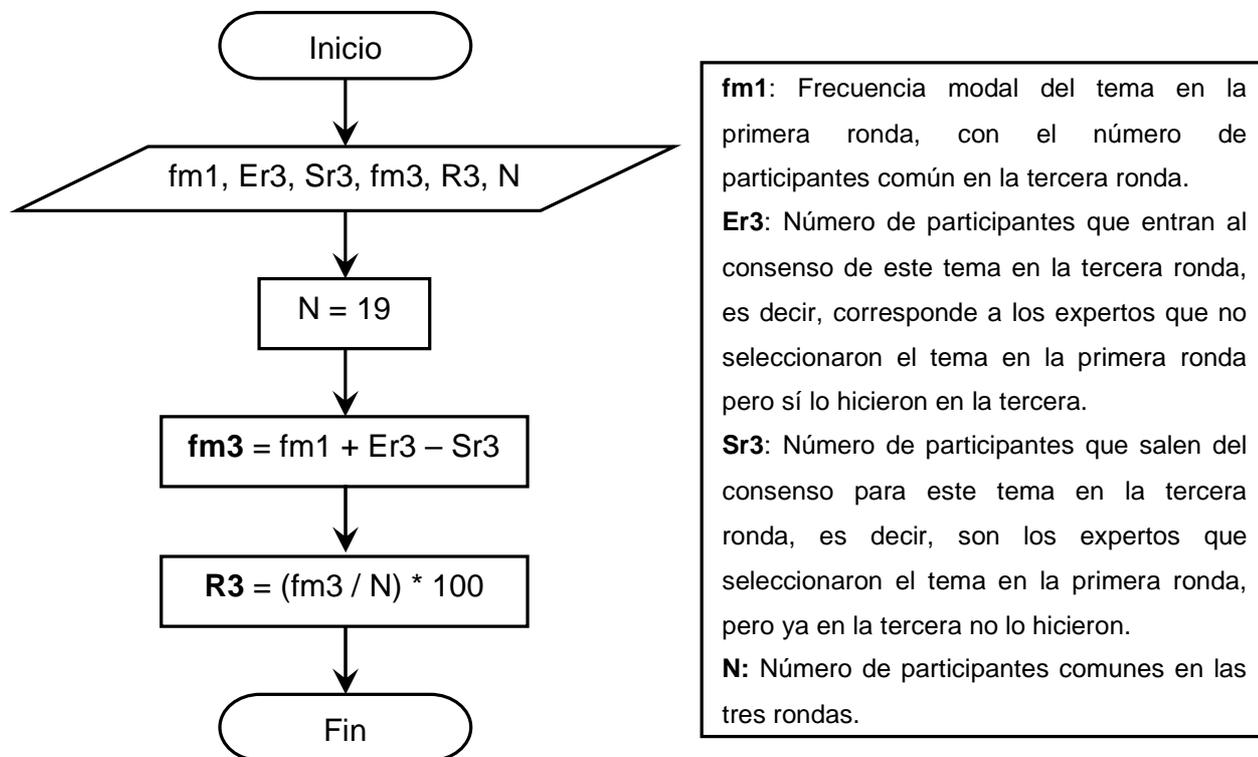
¹² GUTIERREZ, Luis Jaime. Las prioridades investigativas en Ingeniería Informática: un estudio prospectivo en Antioquia - Medellín. Trabajo de grado ingenierías. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingenierías. Maestría Gestión Tecnológica, 2008.

- Se identificaron los participantes comunes en las tres rondas (19 en este caso).
- Las calificaciones de la primera ronda se tomaron como base para la tercera ronda.
- Los participantes colocaron una "X" en las casillas correspondientes a los temas prioritarios del formulario de tercera ronda. Luego, el equipo investigador reemplazó las "X" por los valores de calificación que cada participante había asignado en primera ronda. Con esto, se determinó cuales temas no fueron considerados prioritarios inicialmente, es decir, se identificó cuales de esas calificaciones fueron menores al valor modal de primera ronda por cada tema. Este fue el número de temas que entraron al consenso en la tercera ronda, y dio origen a la columna de valores identificada como **Er3**.

Asimismo, fueron identificados los participantes que calificaron el tema como prioritario en la primera ronda, pero que no lo seleccionaron con "X" en la tercera y por lo tanto, salieron del consenso. Este resultado se denominó **Sr3**.

Con los resultados de la primera y tercera ronda se construyó una tabla de resultados que se muestra en el siguiente capítulo, a continuación se describe el significado de cada una de las variables:

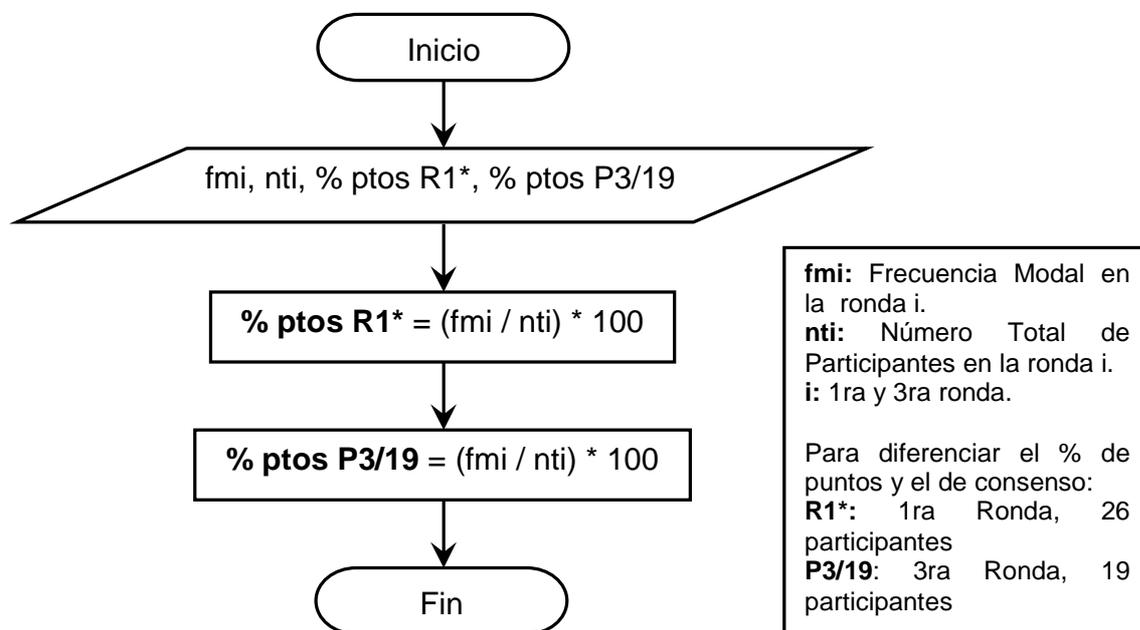
Figura 6. Frecuencia modal y porcentaje (%) de consenso alcanzado



Análisis de puntaje alcanzado

El segundo análisis a realizar, se hace con base a la información obtenida en las encuestas, tomando en cuenta el concepto del total de participantes en las diferentes rondas. Este análisis hace referencia al porcentaje de respuestas positivas alcanzadas por cada tema con respecto al total de participantes en la respectiva ronda.

Figura 7. Análisis de puntaje alcanzado



Como se visualizará en el capítulo de resultados, en la segunda ronda, fueron presentados dos grupos de temas a los participantes, que previamente en la primera ronda habían sido seleccionados. Los temas del grupo “en discusión” que no fueron tenidos en cuenta se eliminaron para la tercera ronda (marcados con color naranja en la tabla de resultados), pero adicionalmente, los temas del grupo “prioritarios” a los que ningún participante argumentó su salida del listado, fueron marcados como prioritarios, sin posibilidad de ser eliminados para la siguiente ronda. Estos temas alcanzaron entonces un puntaje de 100% desde la segunda ronda.

2.2.3 Validación de resultados mediante Corolario Delphi

Reuniones con un pequeño grupo de expertos consultados en las rondas previas para socializar los resultados del estudio Delphi y lograr sugerencias que puedan ayudar en la formulación de la estrategia de acción para el Centro de Ciencia Básica, principalmente buscando priorizar las temáticas que resultaron ganadoras en las tres rondas del ejercicio Delphi. Esta priorización se realizó teniendo en cuenta la transversalidad, el nivel de aplicación en la investigación y la industria que fueron preguntados en la primera ronda Delphi.

2.2.4 Descubrimiento de variables clave - Análisis Estructural MIC-MAC

Análisis de la matriz de impacto cruzado en la que se consignan las relaciones entre las variables que conforman el sistema que representa al Centro de Ciencia Básica, estas variables son identificadas en la recopilación y estructuración de información.

La matriz de impacto cruzado permitirá obtener la relación motricidad – dependencia entre las variables y obtener las variables críticas del sistema, con lo cual se propondrán algunas recomendaciones que permitan formular la estrategia de acción enfocada a la competitividad del área en estudio.

En este estudio se seleccionaron como variables del sistema un conjunto de 62 variables, que dan origen a una matriz cuadrada de dimensiones 62 x 62, en la cual se asignó la influencia de las variables de acuerdo a la siguiente calificación:

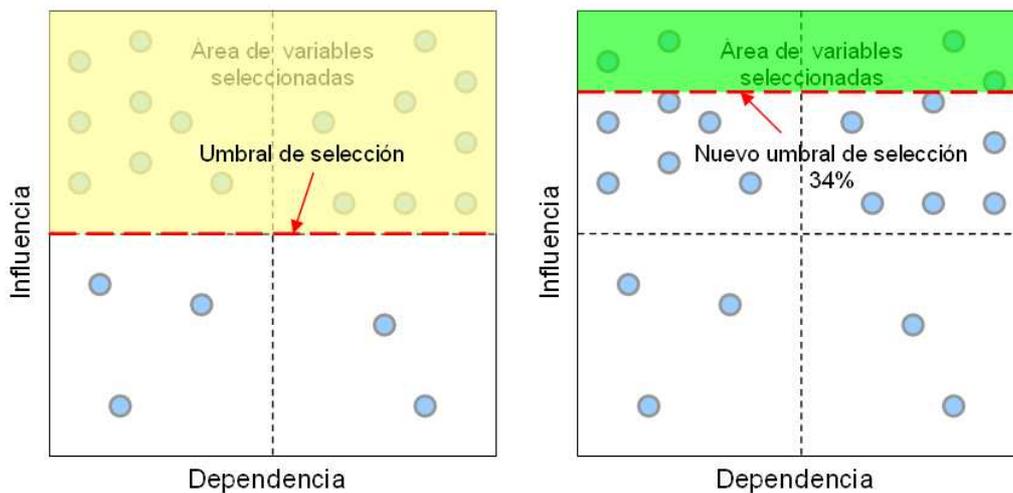
P: ejerce influencia potencia

0: no ejerce influencia

- 1: ejerce baja influencia
- 2: ejerce influencia media
- 3: ejerce influencia alta

Las variables clave se encuentran ubicadas en la parte superior derecha del plano de influencia / dependencia MIC MAC. Dicha ubicación se puede observar en el figura 8.

Figura 8. Umbral de selección de variables clave del sistema Ciencia Básica¹³



Las variables clave del sistema fueron seleccionadas a través de los diferentes gráficos que se generan usando las matrices de influencias directas (MID), influencias indirectas (MII), influencias directas potenciales (MIDP) e influencias indirectas potenciales (MIIP).

¹³ ESCOBAR, John; MOSQUERA, Clara y PERDOMO, Wilder. Estudio Prospectivo del Centro de Ciencia Básica 2020. Trabajo de grado Ingenierías. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingenierías. Maestría en Gestión Tecnológica, 2009, 185 p.

2.2.5 Construcción de escenarios

Definición de la probabilidad de ocurrencia de ciertos escenarios para el Centro de Ciencia Básica.

En el desarrollo del trabajo, las variables clave identificadas se agruparon en ejes estratégicos y a estos ejes después de una investigación de los proyectos actuales, futuros y las amenazas, se les asignó un estado para el año 2020. Estos estados asignados en conjunto con el Director del Centro de Ciencia Básica teniendo en cuenta el balance entre proyectos actuales, futuros y amenazas para cada eje, se convirtieron en las hipótesis de trabajo para configurar los escenarios.

Los ejes estratégicos que fueron cinco para el Centro de Ciencia Básica: Infraestructura Tecnológica, Extensión Académica, Investigación e Innovación, Gestión Administrativa y Contexto y se definió como hipótesis que el estado de todos sería BUENO en el año 2020.

Con un panel de nueve expertos conocedores del sistema de Centro de Ciencia Básica se realizó la encuesta de probabilidades de Bayes para encontrar los escenarios más probables y definir el escenario apuesta del Centro usando el software SMIC Prob-Expert. La encuesta aplicada se encuentra en el Anexo D.

2.2.6 Estudio de Vigilancia Tecnológica

Propuesta de aplicación del proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva buscando determinar:

- Factores críticos de vigilancia de la temática diseño de experimentos, seleccionada por el Centro de Ciencia Básica de la UPB.

- Análisis de los factores críticos de vigilancia, mediante las herramientas computacionales pertinentes.
- Confrontación de los resultados arrojados por la herramienta de análisis de la información con el grupo de expertos o profesionales en la temática.
- Conclusiones del estudio como insumo para los planes de acción y de mejoramiento del Centro de Ciencia Básica.

3 RESULTADOS DEL ESTUDIO DELPHI

3.1 ESTUDIO DELPHI DE QUÍMICA

En este apartado se presentan los resultados del estudio Delphi del área de Química para Ingeniería, para el cual se llevaron a cabo tres circulaciones de consulta a expertos a través de encuestas estructuradas, que permitieron determinar un conjunto de 10 temas que serán de vital importancia en el año 2020.

3.1.1 Primera Ronda Delphi

Objetivo

Identificar los temas genéricos y prioritarios del área de Química con la oportunidad de hacer parte de un programa integral y transversal de la Escuela de Ingeniería, en el horizonte del año 2020, para que le permitan a éste, existir y tener liderazgo en el medio.

Metodología

Consulta estructurada, anónima y reiterativa a expertos Colombianos residentes en el Departamento de Antioquia, Municipio de Medellín, profesionales en Química, bien sea de Ingeniería o de Ciencia Básica, por medio de la técnica Delphi.

Las preguntas están dirigidas para priorizar un listado de temas genéricos, con la posibilidad de agregar el tema que considere el experto pueda hacer falta.

Esta primera ronda no es concluyente y por lo tanto se presentan resultados en forma esquemática, para la consideración de los expertos en una segunda ronda de consenso.

El ejercicio de esta primera ronda está dividido en dos partes: una que constituye la visión integral del área de la Química (futuro - tendencias) a nivel global, regional y país conformado por algunas temáticas y electivas del área de Química para Ingeniería y su aplicación e importancia estratégica en el quehacer de la empresa (industria) y el desarrollo profesional de cada individuo, además de las respectivas metodologías de enseñanza, las herramientas de software para el aprendizaje, las expectativas para con el mercado laboral y académico frente a competencias y habilidades, la solución de problemas que involucran la química, el nivel de rapidez con que las empresas en Colombia se adaptan a las mejoras transversales en esta área, tipos y niveles de formación que demanda y tienen más relevancia en el medio o entorno laboral, enfoques educativos de programas de pregrado y posgrado con formación transversal del área de la química, y una segunda parte con preguntas de selección múltiple dónde se pretende indagar sobre la cantidad de créditos que se deben ejecutar desde Ciencia Básica, la concepción de los programas curriculares de Ingeniería y la duración promedio de los mismos, todo proyectado a los próximos diez años.

3.1.1.1 Datos de los Participantes

Los siguientes gráficos muestran algunas características de los encuestados:

Figura 9. Sector laboral expertos



Figura 10. Género de los expertos



Figura 11. Título de pregrado de los expertos



Figura 12. Expertos según el nivel académico

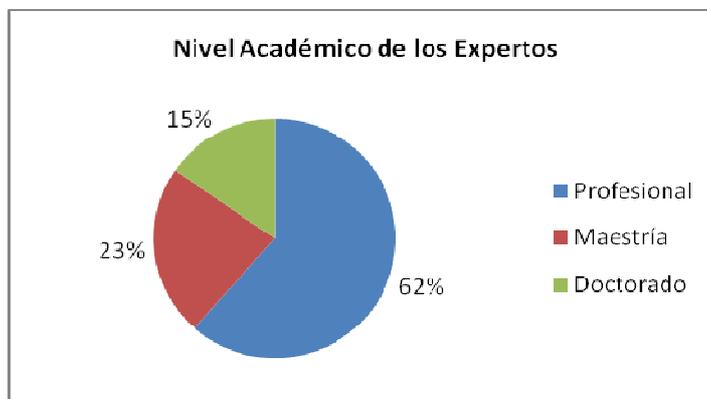
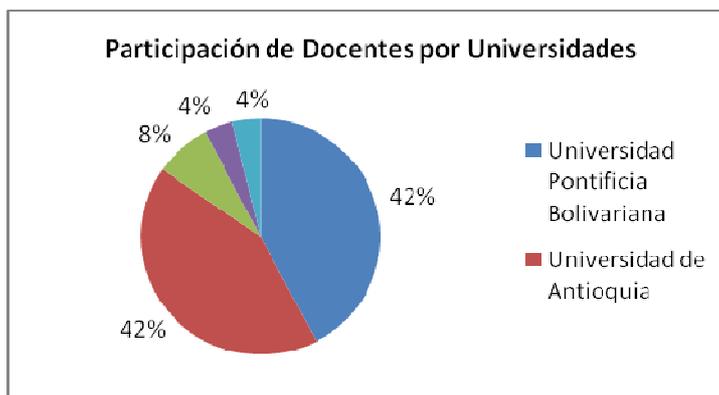


Figura 13. Universidades a las que pertenecen los expertos



3.1.1.2 Resultados Primera Ronda

Seguidamente se presentan los cálculos estadísticos con las respuestas de los participantes del panel, en relación con las preguntas temáticas realizadas con respecto a los diferentes temas del área de la química como eje transversal en los diferentes procesos de aprendizaje de la Escuela de Ingenierías.

Las temáticas que se pusieron a consideración de los expertos en la primera ronda fueron las siguientes:

Tabla 12. Temas evaluados en la primera ronda Delphi

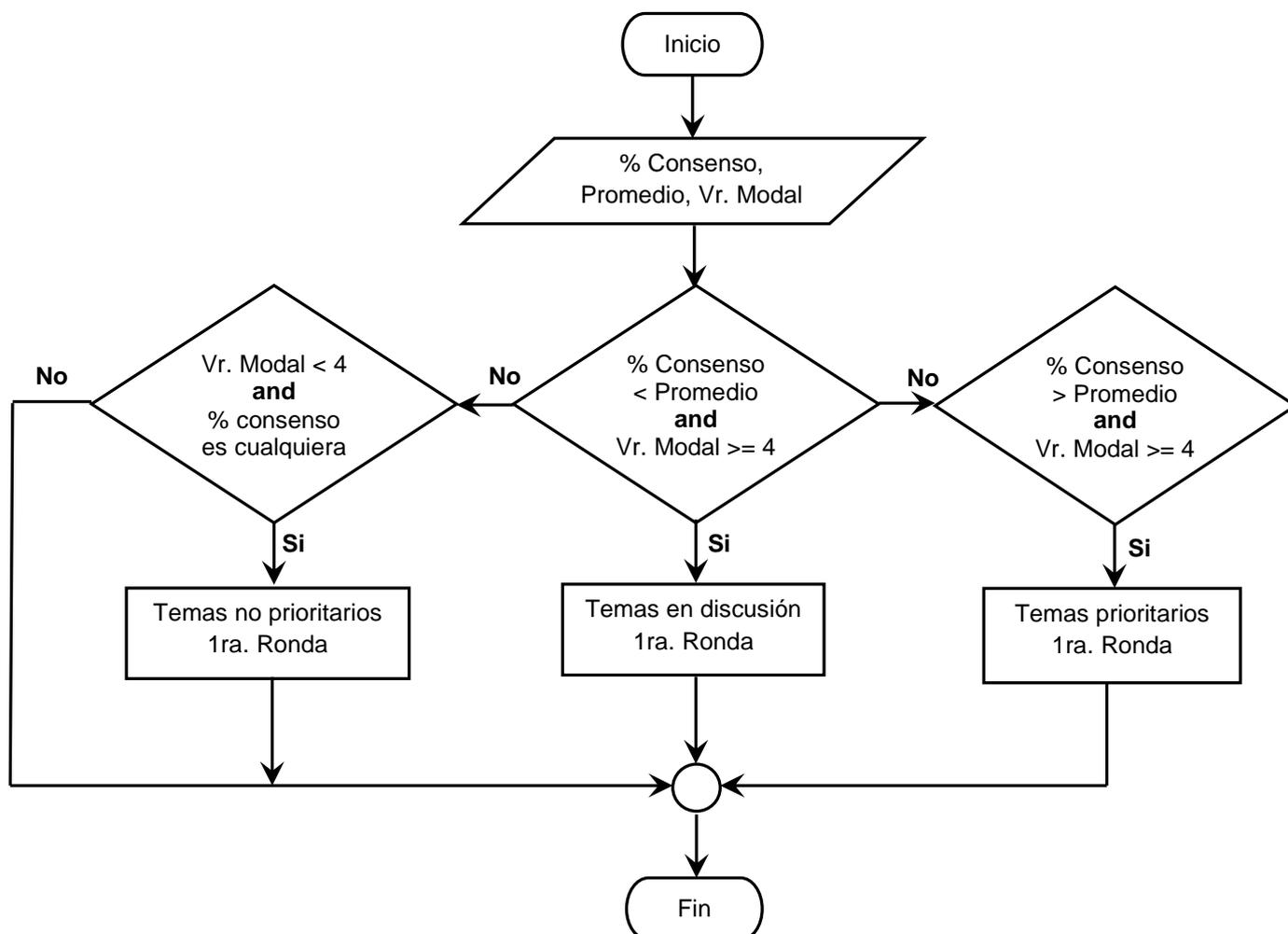
N°	TEMÁTICAS
1	Química y Sociedad
2	Técnicas de Laboratorio Químico
3	Química Inorgánica I-II
4	Química Analítica I-II
5	Fisioquímica I-II
6	Química Orgánica I-II-III
7	Análisis Instrumental
8	Administración y Control de la Calidad
9	Química Industrial
10	Métodos Numéricos en Química
11	Ecología
12	Química Cuántica I-II
13	Bioquímica I-II
14	Modelos Atómicos
15	Gases
16	Diluciones
17	Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico.
18	Orbitales híbridos, símbolos electrónicos, fórmulas de Lewis.
19	Reacción de neutralización con ácidos oxácidos
20	Cinética química
21	Equilibrio en soluciones acuosas
22	Modelo de Bhor
23	Electroquímica
24	Calorimetría
25	Química de Proteínas

N°	TEMÁTICAS
26	Enzimas
27	Carbohidratos
28	Lípidos
39	Ácidos Nucleídos
30	Vitaminas

Los primeros trece (13) temas hacen parte de las asignaturas que sobresaldrán a nivel académico por su importancia estratégica en el quehacer de las empresas y en el desarrollo profesional de cada individuo, las diecisiete (17) restantes son las áreas previstas en el futuro de la Química y fueron evaluadas según la escala que se muestra a continuación:

0. No sabe / No responde
1. No importante
2. Poco importante
3. Medianamente importante
4. Importante
5. Muy importante

Figura 14. Definición de grupos de prioridad



Se obtuvo el porcentaje de consenso de las áreas académicas más representativas, las cuales están enfocadas a los servicios que presta el Centro de Ciencia Básica a la Escuela como tal.

El procesamiento de información consiste en el cálculo de la distribución de frecuencias para las calificaciones dadas a los temas y el porcentaje de consenso para cada tema.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la primera ronda Delphi:

Tabla 13. Valor promedio de los porcentajes de consenso

PREGUNTAS		
1.1	1.2	23
47,34%	44,38%	41,24%

Tabla 14. Temas Prioritarios y en Discusión del Centro de Ciencia Básica Área de Química

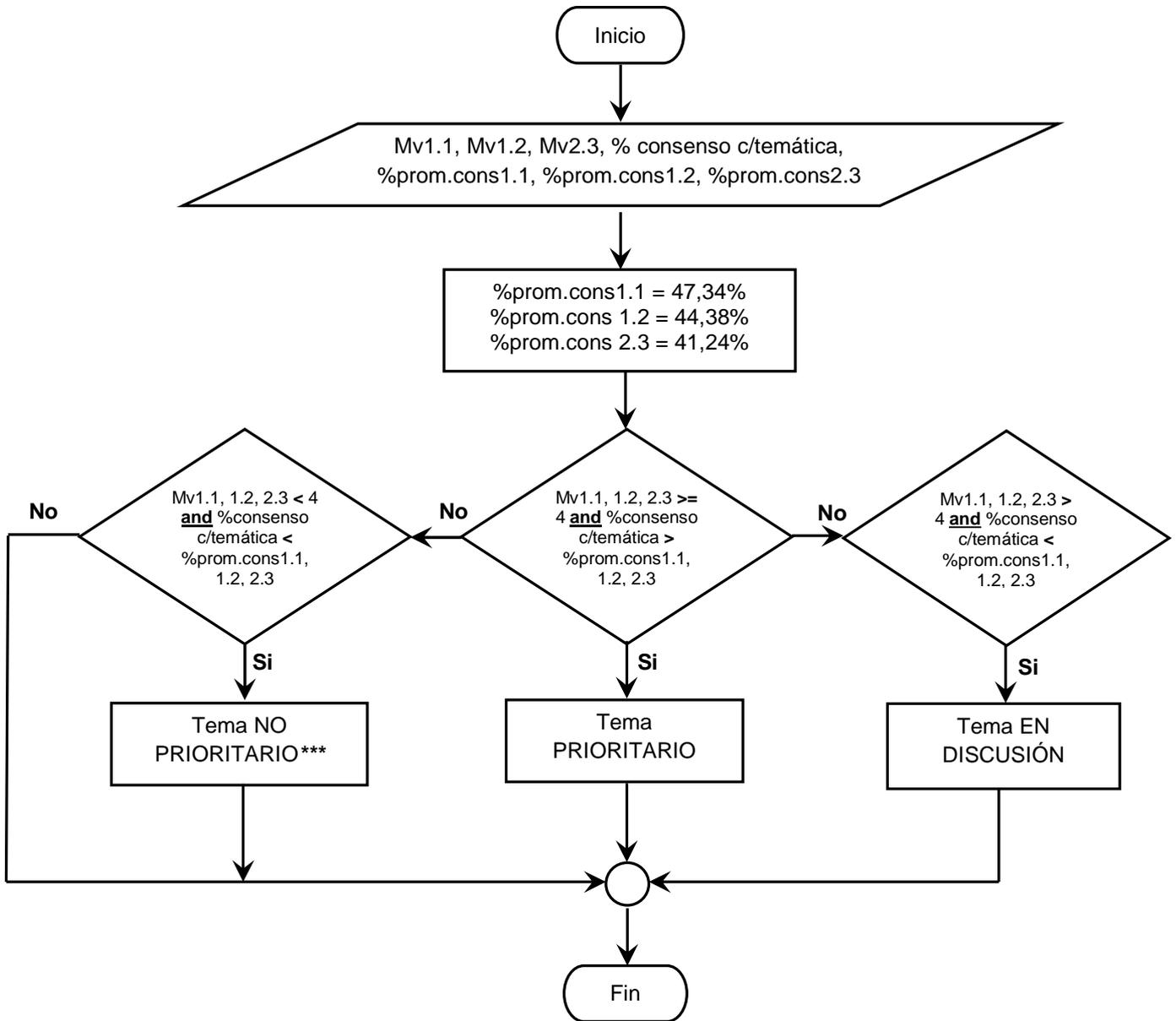
Variables	Tema	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1.1 Importancia estratégica en el quehacer de las empresas	Química y Sociedad	3	7	26,92
	Técnicas de Laboratorio Químico	5	15	57,69
	Química Inorgánica I-II	4	13	50
	Química Analítica I-II	5	15	57,69
	Fisioquímica I-II	4	12	46,15
	Química Orgánica I-II-III	5	13	50
	Análisis Instrumental	5	19	73,08
	Administración y Control de la Calidad	5	19	73,08
	Química Industrial	5	17	65,38
	Métodos Numéricos en Química	4	6	23,08
	Ecología	5	8	30,77
	Química Cuántica I-II	2	8	30,77
	Bioquímica I-II	5	8	30,77
	QUÍMICA AMBIENTAL*			
	INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN*			
ANÁLISIS INDUSTRIAL*				
1.2 Importancia estratégica en el desarrollo profesional de cada individuo	Química y Sociedad	5	9	34,62
	Técnicas de Laboratorio Químico	4	14	53,85
	Química Inorgánica I-II	4	12	46,15

Variables	Tema	Moda	Frec. Modal	% Consenso
	Química Analítica I-II	5	14	53,85
	Fisioquímica I-II	5	11	42,31
	Química Orgánica I-II-III	5	11	42,31
	Análisis Instrumental	5	17	65,38
	Administración y Control de la Calidad	5	14	53,85
	Química Industrial	5	12	46,15
	Métodos Numéricos en Química	4	8	30,77
	Ecología	5	11	42,31
	Química Cuántica I-II	3	6	23,08
	Bioquímica I-II	5	11	42,31
	2.3. Áreas futuro de la Química	Modelos Atómicos	3	6
Gases		4	10	38,46
Diluciones		5	10	38,46
Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico.		5	13	50
Orbitales híbridos, símbolos electrónicos, fórmulas de Lewis.		3	8	30,77
Reacción de neutralización con ácidos oxácidos		5	9	34,62
Cinética química		5	16	61,54

Variables	Tema	Moda	Frec. Modal	% Consenso
	Equilibrio en soluciones acuosas	5	14	53,85
	Modelo de Bhor	3	7	26,92
	Electroquímica	5	13	50
	Calorimetría	4	9	34,62
	Química de Proteínas	4	10	38,46
	Enzimas	4	10	38,46
	Carbohidratos	4	14	53,85
	Lípidos	4	12	46,15
	Ácidos Nucléicos	4	9	34,62
	Vitaminas	4	10	38,46

** Las filas sombreadas son las temáticas que pasan a discusión en la segunda ronda por ser sugerencias y aportes por parte de los expertos a la encuesta temática de esta primera ronda Delphi.*

Figura 15. Selección de Temas Prioritarios y en Discusión



Mv1.1, 1.2, 2.3 → Moda de las variables 1.1, 1.2 y 2.3

%promedioconsenso1.1, 1.2, 2.3 → Porcentaje promedio de consenso de los grupos de variables

%consenso c/temática → Porcentaje de consenso en la calificación de cada temática.

*** Temas no consultados en segunda ronda Delphi.

Las temáticas se encuentran clasificadas en la siguiente tabla:

Tabla 15. Clasificación de temas de la primera ronda Delphi

N°	Clasificación	Temáticas
1	PRIORITARIA	Análisis Instrumental
2	PRIORITARIA	Administración y Control de la Calidad
3	PRIORITARIA	Química Industrial
4	PRIORITARIA	Técnicas de Laboratorio Químico
5	PRIORITARIA	Química Inorgánica I-II
6	PRIORITARIA	Química Analítica I-II
7	PRIORITARIA	Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico.
8	PRIORITARIA	Cinética química
9	PRIORITARIA	Equilibrio en soluciones acuosas
10	PRIORITARIA	Electroquímica
11	PRIORITARIA	Carbohidratos
12	PRIORITARIA	Lípidos
13	EN DISCUSIÓN	Fisioquímica I-II
14	EN DISCUSIÓN	Química Orgánica I-II-III
15	EN DISCUSIÓN	Ecología
16	EN DISCUSIÓN	Bioquímica I-II
17	EN DISCUSIÓN	Gases
18	EN DISCUSIÓN	Diluciones
19	EN DISCUSIÓN	Reacción de neutralización con ácidos oxácidos
20	EN DISCUSIÓN	Calorimetría
21	EN DISCUSIÓN	Química de Proteínas
22	EN DISCUSIÓN	Enzimas
23	EN DISCUSIÓN	Ácidos Nucléicos
24	EN DISCUSIÓN	Vitaminas

N°	Clasificación	Temáticas
25	NO PRIORITARIO	Química y Sociedad
26	NO PRIORITARIO	Métodos Numéricos en Química
27	NO PRIORITARIO	Química Cuántica I-II
28	NO PRIORITARIO	Modelos Atómicos
29	NO PRIORITARIO	Orbitales híbridos, símbolos electrónicos, fórmulas de Lewis.
30	NO PRIORITARIO	Modelo de Bhor

Nota: Es importante hacer claridad que los expertos marcaron en las preguntas número 1.1 y 1.2 ponderaciones similares que permitieron dar cuenta de la importancia de ciertas temáticas tanto a nivel de empresa y desarrollo profesional. Por lo tanto se hizo más fácil la clasificación de temas PRIORITARIOS y EN DISCUSIÓN.

3.1.1.3 Nuevas temáticas propuestas por expertos

Una parte importante de la primera ronda fue preguntar a los expertos acerca de nuevas temáticas que podrían ser importantes en el área de Química para Ingeniería en el año 2020. Los temas propuestos por los expertos fueron los siguientes:

Tabla 16. Temas propuestos por los expertos

N°	Temáticas
1	Química Ambiental
2	Introducción a la Administración
3	Análisis Industrial ^(*)

()Análisis Industrial: Optimización de procesos químicos que mejoran la eficiencia, la economía, la seguridad, la calidad de los productos y la producción de sub-*

*productos y desechos. Análisis globales de diferentes procesos y solución a los mismos*¹⁴.

Sobre las nuevas temáticas se incluirán como temas en Discusión en la encuesta de segunda ronda Delphi para determinar si son temáticas prioritarias o no lo son.

3.1.2 Segunda Ronda Delphi

Objetivo

Presentar a los expertos las temáticas evaluadas en la primera ronda que resultaron PRIORITARIAS o EN DISCUSIÓN de acuerdo al criterio expresado en el primer informe ejecutivo, para que los expertos tengan la oportunidad de redefinir los grupos, excluyendo variables del grupo de PRIORITARIAS y poniéndolas EN DISCUSIÓN.

Metodología

Para esta segunda ronda tenemos una consulta estructurada, anónima y reiterativa a expertos Colombianos residentes en el Departamento de Antioquia, Municipio de Medellín, profesionales en Química, bien sea de Ingeniería o de Ciencia Básica, por medio de la técnica Delphi. Hay que tener en cuenta que la muestra inicialmente tomada de expertos no continúa igual ya que cinco (5) de ellos desistieron de colaborar en el proceso investigativo.

Para este siguiente ejercicio tenemos dos puntos clave: el primero incluir dentro de las temáticas en discusión los nuevos temas relevantes propuestos por los expertos en la primera ronda, de modo que se incluyeran en el estudio, definiendo si eran calificadas como prioritarias o en discusión por los expertos en esta ronda.

¹⁴ Informe de Autoevaluación con fines de renovación de la acreditación, Programa de Química. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Química, Comité de Reacreditación del Instituto de Química, Octubre 2006.

El segundo punto presentar a los expertos las temáticas evaluadas en la primera ronda que resultaron PRIORITARIAS o EN DISCUSIÓN de acuerdo al criterio expresado en el primer informe ejecutivo, para que los expertos tuvieran la oportunidad de redefinir los grupos, excluyendo variables del grupo de PRIORITARIAS y poniéndolas EN DISCUSIÓN, con la condición de incluir el mismo número de variables del grupo de temas EN DISCUSIÓN en el grupo de temas PRIORITARIOS justificando dicho cambio.

La estructura de la encuesta de segunda ronda Delphi, pretende reestructurar y reconfigurar los grupos de temáticas PRIORITARIAS y EN DISCUSIÓN resultantes del análisis de resultados de primera ronda, adicionando algunas temáticas que fueron aportadas por algunos de los expertos en el ejercicio de ronda anterior. En esta parte se pidió a los expertos revisar los grupos presentados e intercambiar máximo dos temas entre grupos (correspondiente al 30% del número de temas prioritarios). Teniendo en cuenta que por metodología según el estudio de Barlaraman y Venkatakrishnan, es un valor porcentual estimado y es indispensable trabajar con respecto a éste.

Es importante dar a conocer cómo se tomó la decisión de solicitar a los expertos sólo dos (2) temáticas en el proceso de reorganización de grupos PRIORITARIOS y EN DISCUSIÓN. Lo anteriormente citado se logró utilizando la cantidad de temas prioritarios seleccionados en la primera ronda según cada grupo de variables (1.1, 1.2, 2.3) por un porcentaje del 30% correspondiente a la metodología establecida como tal, obteniendo datos aproximados a la cantidad de temas prioritarios o en discusión que se requiere intercambiar, que para este ejercicio fueron dos (2).

Cada cambio realizado debe ser justificado, logrando que estas argumentaciones sean insumo para la tercera ronda de selección de temas PRIORITARIOS DEFINITIVOS.

Las temáticas que aportaron los respectivos expertos para la encuesta de segunda ronda fueron las siguientes:

Tabla 17. Nuevos temas evaluados en la segunda ronda Delphi

N°	Temáticas
1	Química Ambiental
2	Introducción a la Administración
3	Análisis Industrial

Estas temáticas se adicionaron al grupo EN DISCUSIÓN durante el ejercicio Delphi de segunda ronda, resaltándolas de las anteriormente seleccionadas, buscando que los panelistas seleccionaran cuales debían ser prioritarias con su debida justificación.

Reorganización de los Grupos de Temáticas Prioritarias y en Discusión

Los resultados que se presentan en esta parte del estudio muestran las temáticas que los expertos cambiaron de grupo entre PRIORITARIAS y EN DISCUSIÓN. El porcentaje de consenso mostrado al frente de cada una de las temáticas indica la cantidad de expertos que decidieron realizar la reasignación de la temática.

$$\% \text{ Consenso} = \# \text{ Expertos} / \text{Total Expertos}$$

Expertos: Número de expertos que excluyeron las temáticas del grupo de PROPORITARIAS.

Total expertos: Quienes respondieron la encuesta de segunda ronda (21 profesionales expertos – 100%).

Los temas selectos de ambos grupos tanto de prioritarios como en discusión, junto con los argumentos de los expertos, se presentaron en una nueva encuesta para la tercera ronda del ejercicio Delphi.

3.1.2.1 Resultados Segunda Ronda

Tabla 18. Temáticas excluidas del grupo de PRIORITARIAS por los expertos

N°	Temáticas	% Consenso
1.1.1	Técnicas de Laboratorio Químico	33,33
1.1.8	Química Industrial	19,05
1.2.3	Química Inorgánica I-II	14,29
1.2.8	Administración y Control de la Calidad	14,29
23.4	Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico	19,05
23.13	Lípidos	14,29

Tabla 19. Temáticas Incluidas en el Grupo de Prioritarias por los expertos

N°	Temáticas	% Consenso
1.1.12	Química Ambiental	33,33
1.2.6	Química Orgánica I-II-III	38,1
23.2	Gases	23,81
23.10	Química de Proteínas	19,05

Teniendo en cuenta que para las preguntas 1.1 (Importancia estratégica en el quehacer de las empresas) y 1.2 (Importancia estratégica en el desarrollo profesional) las temáticas son iguales, al momento de tomar la decisión de incluir en el grupo de PRIORITARIAS la temática Química Orgánica I-II-II, los expertos coincidieron, pero es importante aclarar que la Química Ambiental fue ponderada como prioritaria pero únicamente en la variable empresa, de todas maneras la

temática es incluida dentro de la cantidad de temas prioritarios que se tienen actualmente.

ARGUMENTOS PRESENTADOS PARA EXCLUIR TEMÁTICAS DEL GRUPO DE PRIORITARIAS

❖ TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO

- El profesional del área Química requiere competencias del Hacer, pero las competencias del Saber y la capacidad de Análisis Sistémico deben ser su prioridad.
- Pueden desarrollarse y aplicarse desde la química analítica y el análisis instrumental.
- Las técnicas de laboratorio pueden estar a la altura de un técnico, no de un profesional de la química; además, puede llegar a solaparse con las técnicas analíticas o el análisis instrumental

❖ QUÍMICA INDUSTRIAL

- El mayor problema de la Química en la industria no está en la producción, sino en la disposición y relación de la industria con su entorno.
- Es un tema optativo para los estudiantes que quieran profundizar en esta temática, que por demás resulta muy interesante.

❖ ANÁLISIS INDUSTRIAL

- Es un tema específico para la formación de un químico y no es de base para una ingeniería.
- Son temas más profundos, que dan explicaciones importantes más no completamente indispensables a nivel profesional.

- Es muy importante pero frente a los demás, podría desplazarse. Sin embargo, es muy importante su inclusión en el pensum ya sea en el componente optativo o de libre elección.

❖ **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD**

- Puede hacerse desde la química analítica y el análisis instrumental.
- Hay otras disciplinas que lo pueden hacer.
- Para el desarrollo profesional no es necesaria la formación en temas tan administrativos y tan selectivos como son los temas empresariales.
- Un químico debe ser formado netamente en investigación. Existen otras áreas económico-administrativas encargadas de éstos menesteres.

❖ **LÍQUIDOS, CURVAS DE CALENTAMIENTO, ENFRIAMIENTO, EQUILIBRIO TÉRMICO**

- Se perciben más como una fase de la química de procesos inherente a la ingeniería.
- No se considera altamente relevante la temática hacia el futuro.

❖ **LÍPIDOS**

- Tema que puede ser optativo o de libre elección.
- Es interesante más no fundamental para la formación ingenieril.
- Para la Química Industrial es un tema importante.

ALGUNOS ARGUMENTOS PARA INCLUIR TEMÁTICAS EN EL GRUPO DE PRIORITARIAS

❖ **QUÍMICA AMBIENTAL**

- Los Megaproblemas que enfrenta y enfrentará la humanidad respecto al impacto que la misma está teniendo sobre su entorno, requieren una conciencia global con aplicación local en el sector ambiental.

- Debemos mirar hacia el futuro y las reglamentaciones gubernamentales apuntan hacia este objetivo.

❖ QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III

- Un porcentaje muy alto de la industria química tiene que ver con la química orgánica.
- La química ambiental y la ecología, necesariamente requieren conocer a cerca de los compuestos orgánicos y sus propiedades físico-químicas.
- Porque el área de orgánica es esencial y necesaria en la formación del químico que además la necesita como componente sinérgico con las demás áreas.
- La química orgánica y la bioquímica mueven y moverán al mundo. Los procesos biotecnológicos giran en torno a estas dos temáticas.

❖ GASES

- El fundamento para entender o extrapolar las propiedades de los estados sólidos y líquidos se empieza con el entendimiento de gases hasta aumentar la complejidad.
- El estudio y el manejo apropiado de los gases hacen parte del control sostenible de la contaminación ambiental.
- Es fundamental para diferentes aplicaciones, tratamientos termodinámicos, desarrollo empresarial y ambiental, ya que es un tema de actualidad inmediata y futura.

❖ QUÍMICA DE PROTEÍNAS

- La química de proteínas, interviene en la mayoría de reacciones que podemos considerar en un futuro como procesos industriales; tal es el caso de la industria cosmética, alimenticia y médica.
- El profundo conocimiento de la química de las proteínas abre un campo de trabajo aplicado real y sólido en el futuro cercano.

- Es un tópico importante en la innovación y construcción de nuevos medicamentos.
- Es una temática íntimamente ligada a las enzimas.

3.1.3 Tercera Ronda Delphi

Objetivo

Identificar de los temas PRIORITARIOS y EN DISCUSIÓN de cada página, los que definitivamente se consideren PRIORITARIOS por parte de los expertos.

Metodología

Para esta tercera ronda contamos con la participación de diecinueve (19) expertos de los veintiuno (21) que seguían el proceso desde la segunda ronda. Tenemos en cuenta que este ejercicio de finalización de ronda Delphi consiste en revisar nuevamente los temas PRIORITARIOS y los temas EN DISCUSIÓN de cada página del instrumento y seleccionar según los conocimientos y la experiencia de los expertos, los temas PRIORITARIOS DEFINITIVOS para este proceso.

Para este último ejercicio tuvimos en cuenta lo siguiente:

Medición del consenso para cada tema¹⁵

El cálculo de consenso logrado entre la primera y tercera ronda se realizó de la siguiente forma:

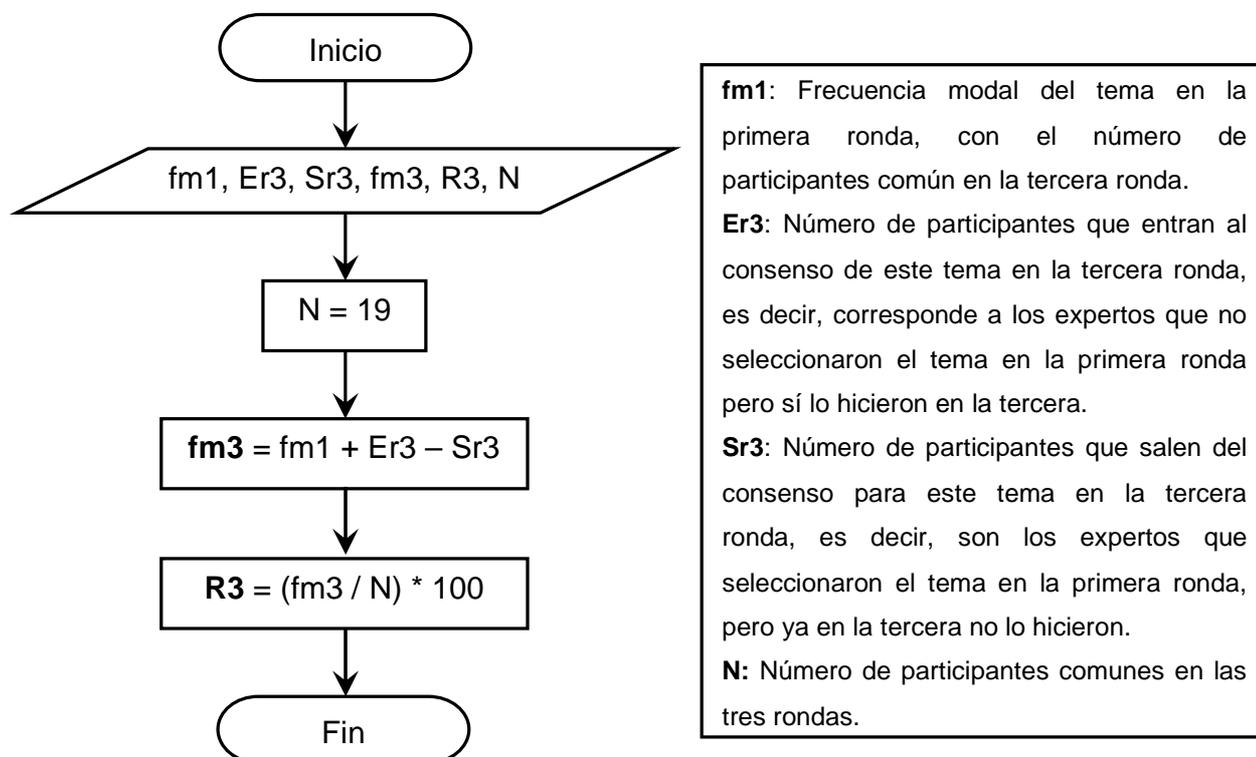
- Se identificaron los participantes comunes en las tres rondas (19 en este caso).
- Las calificaciones de la primera ronda se tomaron como base para la tercera ronda. *Ver Tabla 20.*
- Los participantes colocaron una “X” en las casillas correspondientes a los temas prioritarios del formulario de tercera ronda. Luego, el equipo

¹⁵ GUTIERREZ, Op. Cit, p 147.

investigador reemplazó las “X” por los valores de calificación que cada participante había asignado en primera ronda. Con esto, se determinó cuales temas no fueron considerados prioritarios inicialmente, es decir, se identificó cuales de esas calificaciones fueron menores al valor modal de primera ronda por cada tema. Este fue el número de temas que entraron al consenso en la tercera ronda, y dio origen a la columna de valores identificada como **Er3** en la *Tabla 20*.

Asimismo, fueron identificados los participantes que calificaron el tema como prioritario en la primera ronda, pero que no lo seleccionaron con “X” en la tercera y por lo tanto, salieron del consenso. Este resultado se denominó **Sr3** y también fue llevado a la *Tabla 20*.

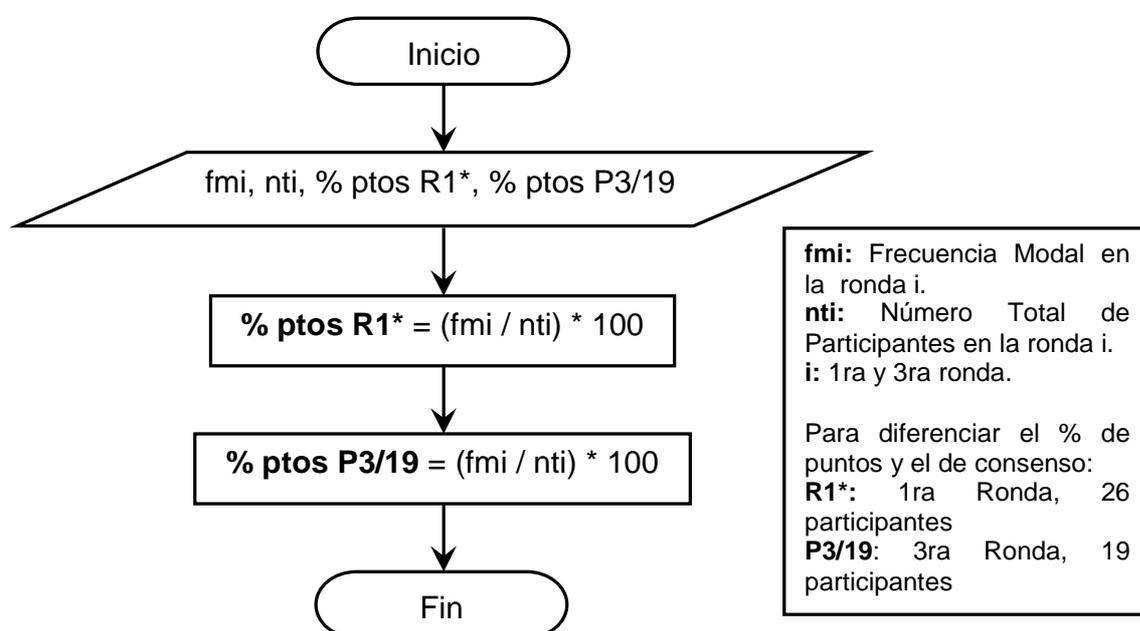
Figura 16. Frecuencia modal y porcentaje (%) de consenso alcanzado



Análisis de puntaje alcanzado

El segundo análisis a realizar, se hace con base a la información obtenida en las encuestas, tomando en cuenta el concepto del total de participantes en las diferentes rondas. Este análisis hace referencia al porcentaje de respuestas positivas alcanzadas por cada tema con respecto al total de participantes en la respectiva ronda.

Figura 17. Análisis de puntaje alcanzado



Como se mencionó en el informe ejecutivo de la segunda ronda, fueron presentados dos grupos de temas a los participantes, que previamente en la primera ronda habían sido seleccionados. Los temas del grupo “en discusión” que no fueron tenidos en cuenta se eliminaron para la tercera ronda (marcados con color naranja en la *Tabla 20*), pero adicionalmente, los temas del grupo “prioritarios” a los que ningún participante argumentó su salida del listado, fueron marcados como prioritarios, sin posibilidad de ser eliminados para la siguiente ronda. Estos temas alcanzaron entonces un puntaje de 100% desde la segunda ronda. A continuación se observa la tabla con el resultado de dicho análisis:

Tabla 20. Resultados de la primera y tercera ronda Delphi

ID	TEMA	Primera Ronda									Tercera ronda						
		Participantes:						26			Participantes	19	Participantes:			19	
		Distribución de frecuencias						Frecuencia modal			Puntos	%	Entra	Sale	% de consenso		
		Calificación obtenida						Moda	26p	19p	19p	por pto	< M1	= M1	fm1*/30	fm1/19	R3
F1	F2	F3	F4	F5	FN	M1	fm1*	fm1	P3	P3/19	Er3	Sr3	R1*	R1	R3		
1.1.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	0	0	2	7	15	2	5	15	9	5	26,32	1	7	57,692	47,368	15,789
1.1.3	QUÍMICA INORGÁNICA I-II	0	1	4	13	5	3	4	13	8					50,000	42,105	
1.1.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II	0	0	2	8	15	1	5	15	11	9	47,37	3	9	57,692	57,895	26,316
1.1.5	FISIOQUÍMICA I-II	0	0	2	12	10	2	4	12	8	11	57,89	2	8	46,154	42,105	10,526
1.1.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III	0	0	0	10	13	2	5	13	8	10	52,63	4	7	50,000	42,105	26,316
1.1.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	0	0	0	5	19	2	5	19	14	19	100,00	0	0	73,077	73,684	73,684
1.1.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	0	1	3	2	19	1	5	19	14	3	15,79	0	12	73,077	73,684	10,526
1.1.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	0	0	1	7	17	1	5	17	13	4	21,05	1	14	65,385	68,421	0,000
1.1.11	ECOLOGÍA	1	2	5	8	8	2	5	8	8					30,769	42,105	
1.1.12	QUÍMICA CUÁNTICA I-II	2	8	5	6	0	5	2	8	6					30,769	31,579	
1.1.13	BIOQUÍMICA I-II	0	2	6	7	8	3	5	8	6	2	10,53	1	7	30,769	31,579	0,000
1.1.14	QUÍMICA AMBIENTAL										8	42,11					
1.1.15	INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN										2	10,53					
1.1.16	ANÁLISIS INDUSTRIAL										8	42,11					
1.2.1	QUÍMICA Y SOCIEDAD	2	1	6	4	9	4	5	9	8	3	15,79	1	7	34,615	42,105	10,526
1.2.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	0	1	2	9	11	3	5	11	7	6	31,58	5	10	42,308	36,842	10,526
1.2.3	QUÍMICA INORGÁNICA I-II	1	0	4	12	7	2	4	12	8	4	21,05	1	6	46,154	42,105	15,789
1.2.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II	0	0	2	8	14	2	5	14	9	19	100,00	0	0	53,846	47,368	47,368
1.2.5	FISIOQUÍMICA I-II	0	0	2	14	7	3	4	14	9	10	52,63	0	5	53,846	47,368	21,053
1.2.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III	0	0	1	10	11	4	5	11	8	13	68,42	6	4	42,308	42,105	52,632
1.2.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	0	0	2	4	17	3	5	17	13	10	52,63	3	10	65,385	68,421	31,579
1.2.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	0	1	3	5	14	3	5	14	11	3	15,79	1	9	53,846	57,895	15,789
1.2.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	0	0	2	11	12	1	5	12	10	2	10,53	1	11	46,154	52,632	0,000
1.2.11	ECOLOGÍA	0	3	3	7	11	2	5	11	11	6	31,58	1	6	42,308	57,895	31,579
1.2.13	BIOQUÍMICA I-II	0	1	3	9	11	2	5	11	10	4	21,05	2	9	42,308	52,632	15,789
23.1	QUÍMICA INORGÁNICA	0	0	1	9	13	3	5	13	9	19	100,00	0	0	50,000	47,368	47,368
23.3	GASES	1	0	3	10	9	3	4	10	8	12	63,16	1	3	38,462	42,105	31,579
23.4	DILUCIONES	0	2	6	6	10	2	5	10	8	6	31,58	4	8	38,462	42,105	21,053
23.5	LÍQUIDOS, CURVAS DE CALENTAMIENTO, ENFRÍAMIENTO, EQUILIBRIO TÉRMICO.	1	1	3	6	13	2	5	13	10	4	21,05	1	8	50,000	52,632	15,789
23.7	REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN CON ÁCIDOS OXÁCIDOS	0	2	2	8	9	5	5	9	8					34,615	42,105	
23.8	CINÉTICA QUÍMICA	1	0	3	5	16	1	5	16	12	19	100,00	0	0	61,538	63,158	63,158
23.9	EQUILIBRIO DE SOLUCIONES ACUOSAS	0	0	3	7	14	2	5	14	12	19	100,00	0	0	53,846	63,158	63,158
23.11	ELECTROQUÍMICA	0	0	2	9	13	2	5	13	9	19	100,00	0	0	50,000	47,368	47,368
23.12	CALORIMETRÍA	0	1	6	9	8	2	4	9	7					34,615	36,842	
23.13	QUÍMICA DE PROTEÍNAS	0	2	2	10	9	3	4	10	7	10	52,63	1	7	38,462	36,842	5,263
23.14	ENZIMAS	0	2	2	10	10	2	4	10	8	3	15,79	0	7	38,462	42,105	5,263
23.15	CARBOHIDRATOS	0	1	3	14	6	2	4	14	10	2	10,53	0	8	53,846	52,632	10,526
23.16	LÍPIDOS	0	2	3	12	6	3	4	12	9	19	100,00	0	0	46,154	47,368	47,368
23.17	ÁCIDOS NUCLÉICOS	0	2	3	9	8	4	4	9	6					34,615	31,579	
23.18	VITAMINAS	0	1	4	10	6	5	4	10	8					38,462	42,105	

CONVENCIONES

- Temas adicionados a las encuestas, en segunda ronda
- Temas eliminados en el paso de 2da a 3ra ronda
- Temas Prioritarios que pasaron de segunda a tercera ronda

3.1.3.1 Temáticas Prioritarias

Según el porcentaje por puntos y el porcentaje de consenso obtenidos en los resultados finales del ejercicio de tercera y última ronda Delphi, se listan a continuación los temas PRIORITARIOS seleccionados definitivamente.

Las columnas de consenso y puntaje de los diferentes subtemas (*ver tabla 21*) presentan como característica que los valores obtenidos por consenso son menores que los valores obtenidos por puntaje. Los valores más altos según las dos maneras de calcularlos, se han resaltado en negrita en la tabla mencionada.

Estadísticamente se considera que un consenso inferior al 95% es bajo, pero según investigadores Barlaraman y Venkatakrishnan, un consenso entre 50 y 70% en temas de educación, es bueno.

Se seleccionaron luego las temáticas que, según los porcentajes de consenso o de puntaje, alcanzaron un mayor consenso o un mayor puntaje al terminar el ejercicio de priorización Delphi. El criterio para la selección fue el siguiente:

Aquellas temáticas que obtuvieron un porcentaje de consenso y un puntaje superior o igual a 30% se denominan prioritarios.

Tabla 21. Listado de temas prioritarios área de Química

N°	TEMÁTICAS	% DE CONSENSO
1	Análisis Instrumental	100%
2	Química Analítica I-II	100%
3	Química Inorgánica	100%
4	Cinética química	100%
5	Equilibrio en soluciones acuosas	100%

N°	TEMÁTICAS	% DE CONCENSO
6	Electroquímica	100%
7	Lípidos	100%
8	Química Orgánica I-II-III	68,42%
9	Gases	63,16%
10	Ecología	31,58%

Las temáticas seleccionadas fueron tenidas en cuenta según la selección que se estableció desde segunda ronda, donde las áreas de Análisis Instrumental, Química Analítica I-II, Química Inorgánica, Cinética Química y Equilibrio en Soluciones Acuosas fueron prioritarias al pasar de segunda a tercera ronda, mientras que Lípidos fue seleccionada en su gran mayoría y según el porcentaje de consenso y el porcentaje de puntos en esta última etapa. Con respecto a Química Orgánica I-II-III, Gases y Ecología fueron las clasificadas por su porcentaje de consenso y por cumplir con el proceso de tabulación de resultados.

Los expertos participantes del panel Delphi, incluyeron dentro del presente estudio tanto áreas como temáticas de la Química por su gran importancia y relevancia en el futuro de la misma.

3.1.3.2 Gráficos

Los porcentajes de consenso y los puntajes obtenidos para cada una de las temáticas en la primera y tercera ronda con 26 y 19 participantes respectivamente, se aprecian en el siguiente gráfico:

Figura 18. Consenso en las rondas Delphi

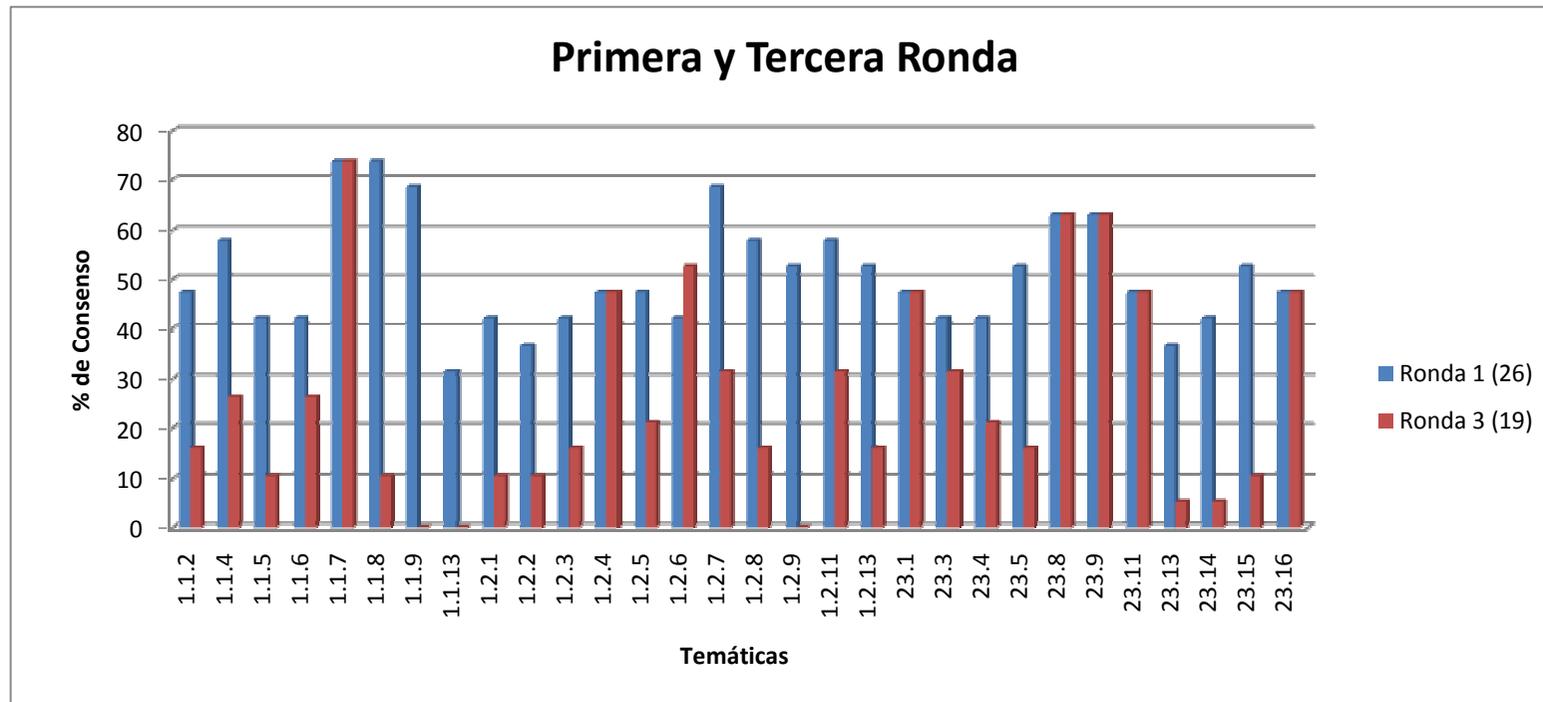
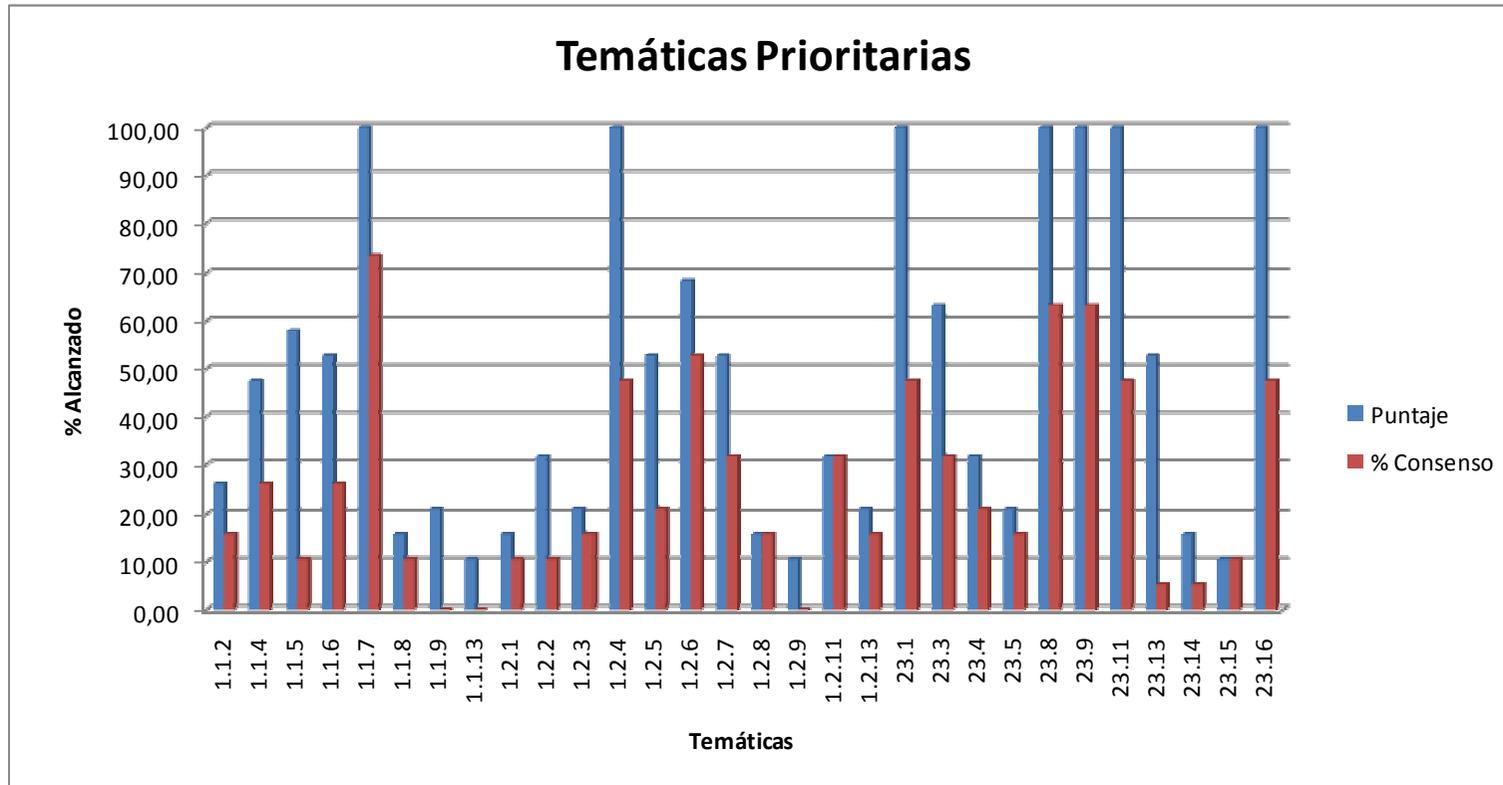


Tabla 22. Resultados del Ejercicio Delphi – Temáticas

ID	TEMA	Priorizado por	
		Puntaje	% Consenso
1.1.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	26,32	15,789
1.1.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II	47,37	26,316
1.1.5	FISIOQUÍMICA I-II	57,89	10,526
1.1.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III	52,63	26,316
1.1.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	100	73,684
1.1.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	15,79	10,526
1.1.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	21,05	0
1.1.13	BIOQUÍMICA I-II	10,53	0
1.2.1	QUIMICA Y SOCIEDAD	15,79	10,526
1.2.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	31,58	10,526
1.2.3	QUÍMICA INORGÁNICA I-II	21,05	15,789
1.2.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II	100	47,368
1.2.5	FISIOQUÍMICA I-II	52,63	21,053
1.2.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III	68,42	52,632
1.2.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	52,63	31,579
1.2.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	15,79	15,789
1.2.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	10,53	0
1.2.11	ECOLOGÍA	31,58	31,579
1.2.13	BIOQUÍMICA I-II	21,05	15,789
23.1	QUÍMICA INORGÁNICA	100	47,368

ID	TEMA	Priorizado por	
		Puntaje	% Consenso
23.3	GASES	63,16	31,579
23.4	DILUCIONES	31,58	21,053
23.5	LÍQUIDOS, CURVAS DE CALENTAMIENTO, ENFRIAMIENTO, EQUILIBRIO TÉRMICO.	21,05	15,789
23.8	CINÉTICA QUÍMICA	100	63,158
23.9	EQUILIBRIO DE SOLUCIONES ACUOSAS	100	63,158
23.11	ELECTROQUÍMICA	100	47,368
23.13	QUÍMICA DE PROTEÍNAS	52,63	5,263
23.14	ENZIMAS	15,79	5,263
23.15	CARBOHIDRATOS	10,53	10,526
23.16	LÍPIDOS	100	47,368

Figura 19. Resultados del ejercicio Delphi (temáticas prioritarias según % de consenso y puntaje)



3.2 CONCLUSIONES ESTUDIO DELPHI DE QUÍMICA

En las áreas temáticas de las preguntas importancia estratégica en el quehacer de las empresas y en el desarrollo profesional de cada individuo respectivamente, el resultado final coincidió en listar según el porcentaje en puntos y el porcentaje de consenso las mismas áreas con su alto porcentaje de consenso: Análisis Instrumental, Química Analítica I-II y Química Orgánica I-II-III.

Los participantes del ejercicio Delphi no fueron constantes en el proceso, el resultado de participación según cantidad de expertos fue de 26, 21 y 19 en la primera, segunda y tercera ronda respectivamente.

Las temáticas que resultaron como prioritarias al pasar de segunda a tercera ronda fueron: Análisis Instrumental, Química Analítica I-II, Química Inorgánica, Cinética Química y Equilibrio en Soluciones Acuosas por su alto porcentaje de consenso encontrado en el ejercicio de segunda ronda y porque los expertos argumentaron su gran importancia tanto en el desarrollo empresarial (industria), desarrollo profesional y el futuro de la química.

El futuro de los profesionales de la Escuela de Ingenierías que hoy tiene un nivel académico básico disciplinar con el aporte de la química, se ve reflejado en las ingenierías química, textil, agroindustrial, industrial y mecánica, según porcentajes de consenso del 88,46%, 53,85%, 50%, 38,46% y 34,62% respectivamente.

Dentro de las expectativas del mercado laboral y académico frente a las competencias y habilidades del área, se recomienda incrementar los niveles de formación en los profesionales, en cuanto a maestrías y doctorados.

Para el mejoramiento continuo de la enseñanza-aprendizaje de la química, es necesario incentivar en los docentes la enseñanza a través de prácticas de laboratorio presenciales al igual que el manejo de casos prácticos de la vida cotidiana.

El rol de un egresado con bases sólidas en el área básica disciplinar de química, desempeñará funciones de transformación de productos o servicios. Se recomienda mantener constante el área de investigación y desarrollo, gerencia y producción.

El enfoque de todos los programas de posgrado en el área de la química debe orientarse a la investigación en el área básica disciplinar con miras al desarrollo, producción y transformación de productos o servicios.

En el sector industrial marcan gran diferencia las asesorías y servicios especializados como campo de desempeño de un profesional egresado de la Universidad Pontificia Bolivariana, sin dejar de lado el gran impacto que se tiene en la investigación básica y aplicada, la formación de profesionales (docencia), la extensión y las prácticas empresariales. Se recomienda incrementar la ejecución de proyectos Universidad-Empresa-Estado.

Los estudiantes en cuanto a la generación y transferencia de conocimiento deben ser partícipes en las fases de análisis, estudio e implementación de los proyectos de investigación y desarrollo que se adelantan en los diferentes grupos de investigación de la universidad.

Estar acordes con el modelo triple hélice (universidad, empresa, estado) buscando la posibilidad de ofrecer a los estudiantes diferentes oportunidades de establecer prácticas empresariales con sus docentes e investigadores, en el sector público y privado, logrando mantener el vínculo con el sector industrial y académico.

Revisar la pertinencia de invertir en herramientas de software para el análisis de información, realización de simulaciones y la solución de ecuaciones que coadyuve a la actualización e implementación tecnológica del Centro.

4 EXPLICACIÓN DEL SISTEMA

4.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL¹⁶

El Centro de Ciencia Básica hace parte de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana con sede en la ciudad de Medellín y es considerado el Centro de la Escuela, el cual soporta todas las asignaturas de las áreas de Matemáticas, Física y Química que deben ser estudiadas en el ciclo de formación inicial de los Ingenieros. Actualmente se encuentra a la cabeza del Ingeniero Químico Fabio Castrillón Hernández. Esp., MSc., quien está orientado a la consecución de los objetivos plasmados en el Plan de Desarrollo de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Figura 20. Representación del Sistema de Ciencia Básica



¹⁶ ESCOBAR, Op. Cit., p.167.

El Centro de Ciencia Básica está articulado con el Centro Integrado para el Desarrollo de la Investigación – CIDI y con el Sistema Nacional de Innovación, precisamente con COLCIENCIAS a través de sus grupos de Investigación: Grupo de Investigación en Matemáticas (GMAT) y el Grupo de Óptica y Espectroscopia (GOE), los cuales usan recursos de ésta entidad para adelantar sus diferentes proyectos de investigación.

Para el estudio del sistema descrito anteriormente, se han definido cuidadosamente un conjunto de variables, cuyo impacto se ha considerado importante en el desarrollo del centro de Ciencia Básica de la Universidad Pontificia Bolivariana.

4.2 VARIABLES DEL SISTEMA

Tabla 23. Variables

Variable	Descripción
Influencia en el medio (1)	Impactos del proyecto y alcances de los mismos en la comunidad.
Calidad de la vida universitaria (2)	Insumos, procesos y resultados que la hacen.
Relaciones con instituciones homólogas (3)	Conexión e interacción con las ciencias básicas de otras universidades.
Organización institucional (4)	Procedimientos explícitos para orientar las acciones de los grupos, subgrupos e individuos con la intención de lograr objetivos comunes y definidos.
Capacidad de innovación (5)	Aptitud y suficiencia para afrontar las nuevas tendencias en la educación.

Variable	Descripción
Valores institucionales (6)	Normas de vida que desarrolla la Universidad de acuerdo con su visión y misión.
Sentido de pertenencia (7)	Apropiarse de la misión y de la visión para realizar un buen desempeño y obtener buenos resultados.
Manejo de la información (8)	Es un proceso que exige informarse e informar, es decir, exige constituir primero una representación de una determinada realidad con los datos que adquirimos de ella para poder darla a conocer, disponiendo esa representación al alcance de los demás o comunicarla.
Impacto en los sistemas de información (9)	Huella o rastro de los sistemas de información en el medio en el cual se originan.
Metas de gestión (10)	Término establecido para denotar el cumplimiento de un recorrido administrativo.
Servicios de apoyo y asesoría (11)	Ayuda que se le presta a una empresa para un mejor logro en sus metas y objetivos.
Idoneidad (12)	Aptitud, potencia física o intelectual, poder para obrar.
Producción académica (13)	Escritura de diversos tipos de documentos, textos, revistas y libros por parte de los docentes.
Ponencia nacional (14)	Intervención en foros, conferencias a nivel local con trabajos propios de los docentes.
Ponencia internacional (15)	Intervención en foros, conferencias fuera del país con trabajos que trasciendan las fronteras.
Selección de personal docente (16)	Metodología empleada y condiciones exigidas para el ingreso de profesores a la Universidad Pontificia Bolivariana.
Infraestructura (17)	Conjunto de fenómenos que constituye la base de

Variable	Descripción
	la actividad universitaria.
Dotación de equipos (18)	Implementación de elementos para las diferentes actividades universitarias.
Medios electrónicos (19)	Son aquellos instrumentos creados para obtener un intercambio eficiente en la información.
Apoyos didácticos (20)	Recursos para el buen desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje.
Implementación (22)	Implantación y puesta en marcha de un sistema o de un conjunto de programas de utilidad destinados a usuarios.
Valoración del aprendizaje (23)	Relación entre las actividades educativas y los resultados de aprendizaje esperados.
Apropiación (24)	Es el hecho de apoderarse de algo haciéndose dueño de ello. Por lo general una apropiación tiene una contra prestación.
Planeación curricular (25)	Diseño de los currículos tanto a presente como a futuro.
Flexibilidad curricular (26)	Conjunto de movimientos que tienden a iniciar el cambio educacional en el acto de aprendizaje.
Evaluación curricular (27)	Es un proceso mediante el cual se recolecta información para verificar si se han obtenido los resultados previamente establecidos y teniendo la intención de tomar decisiones.
Formación en valores (28)	Proceso que se da en la institución para que sus integrantes desarrollen cualidades como el respeto, la tolerancia, la honestidad, el amor al trabajo, la lealtad, etc.
Política de evaluación (29)	Delineamientos que se trazan para verificar los

Variable	Descripción
	resultados del proceso enseñanza - aprendizaje.
Gestión académica (30)	Consiste en los procesos que van desde el acceso a la universidad hasta la consecución de títulos, pasando por los planes de estudio, matrículas y consecución de becas.
Aportes de la docencia (31)	Proyección de los profesores al desarrollo integral de la universidad.
Integración de la docencia con la investigación y la extensión (32)	Relación del profesor con la creación de nuevos conocimientos y con la difusión de estos.
Ciclo básico (33)	Eje transversal al proceso de la formación, construye la identidad y el componente de formación humanista ¹⁷ .
Investigación (34)	Es la búsqueda de conocimientos y verdades que permiten describir, explicar, generalizar y predecir los fenómenos que se producen en la naturaleza y en la sociedad.
Creatividad (35)	Capacidad de inventar algo nuevo; de relacionar algo conocido de forma innovadora.
Diagnóstico (36)	Razonamiento dirigido a la determinación de la naturaleza y origen de un fenómeno.
Pertinencia (37)	Papel que la educación desempeña en la sociedad y lo que ésta espera de aquella.
Competencia (38)	Articula el desempeño de un individuo en un dominio particular de conocimiento (saber),

¹⁷ Modelo Pedagógico Integrado, Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2009.

Variable	Descripción
	poniendo en práctica ciertas habilidades (saber hacer) y ciertas actitudes (saber ser) ¹⁸ .
Patentes (39)	Una patente es un conjunto de derechos exclusivos organizados por un gobierno o autoridad al inventar un nuevo producto susceptible de ser explotado industrialmente para el bien del solicitante.
Pensamiento científico (40)	Es el pensar sistemático, integrado por un sistema de conceptos, juicios y razonamientos acerca de los objetos y leyes del mundo externo y de lo humano.
Disposición en red (41)	Capacidad para utilizar en forma conjunta la nueva tecnología.
Cultura (42)	Es la base y el fundamento de lo que somos. Existe en nosotros en el momento en que nacemos y en el aporte moral e intelectual de nuestros progenitores en un inicio y de nuestro entorno posteriormente.
Administración (43)	Es la conducción racional e actividades, esfuerzos y recursos de una organización, resultándole algo imprescindible para su supervivencia y crecimiento.
Proyección social (44)	Es una función sustantiva de la universidad que la vincula con la sociedad en búsqueda de alternativas de solución a sus principales problemas mediante procesos permanentes e

¹⁸ Revisión y consolidación de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba correspondiente a los ECAES de Ingeniería, documento desarrollado en el marco del Convenio 440 de 2009 entre ACOFI y el ICFES, Bogotá, 2010.

Variable	Descripción
	interactivos, que integran la docencia, la investigación y la sociedad.
Contexto interno (45)	Liderazgo, políticas, sistemas, tecnología, capacidad financiera, etc. que influyen sobre la efectividad de una organización o programa.
Contexto externo (46)	Es el entorno formado por el conjunto de grupos, agentes o instituciones con los que una organización mantiene relaciones significativas, relaciones no sólo de naturaleza económica, sino de cualquier tipo.
Clima organizacional (47)	Es el fenómeno que media entre los factores del sistema organizacional y las tendencias motivacionales que se traducen en un comportamiento que tiene consecuencias sobre la organización.
Proyecto de empresa (48)	Es la planeación escrita y ordenada de una idea, es una carta de presentación que sirve para obtener financiación, optar a posibles subvenciones y convencer a un posible socio para que participe en el proyecto.
Deserción estudiantil (49)	Abandono de los estudiantes de sus obligaciones escolares.
Nivel académico de profesores (50)	Grado de estudios de los docentes.
Nivel académico de los alumnos (51)	Grado de asimilación de conocimientos en cursos anteriores ya sea en su formación básica o universitaria.
Interdisciplinariedad (52)	Conjunto de disciplinas conexas entre sí y con

Variable	Descripción
	relaciones definidas a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada. Es un proceso dinámico que busca proyectarse con base en la integración de varias disciplinas para la búsqueda de soluciones a problemas de investigación.
Estudios de posgrado (53)	Son aquellos que se hacen después de haber optado el título de pregrado en áreas relacionadas con Ciencia Básica.
Inversión en laboratorios (54)	Erogación de dineros para la implementación y adecuación de los laboratorios de Física y de Química.
Impacto social (55)	Es la consecuencia que trae a la comunidad los efectos de un proyecto y que pueden observarse a largo plazo.
Relación con facultades (56)	Conexión y servicios que tiene la ciencia básica con las diversas ingenierías de Universidad Pontificia Bolivariana.
Relación de la Ciencia Básica con la empresa (57)	Es la conexión que se puede hacer entre la ciencia básica y la empresa ya sea privada u oficial.
Manejo de otros idiomas (58)	Hablar un segundo idioma por parte de los componentes de la comunidad universitaria.
Difusión de la investigación (59)	Dar a conocer tanto a nivel local, nacional e internacional, el resultado de las investigaciones que se llevan a cabo en Ciencia Básica.
Bienestar (60)	Nivel alcanzado en la satisfacción por el desempeño tanto del docente como del

Variable	Descripción
	estudiante.
Investigación básica (61)	Trabajo experimental o teórico llevado a cabo básicamente con el objetivo de adquirir nuevos conocimientos de determinados fenómenos y hechos observables, sin tener ningún tipo de aplicación particular o uso en mente.
Investigación aplicada (62)	Consiste también en trabajos experimentales o teóricos que se emprender principalmente para adquirir nuevos conocimientos, pero fundamentalmente dirigidos hacia un objetivo práctico específico.

Con las variables del sistema se construyó una matriz de impacto cruzado en la que se evaluó la influencia de cada variable sobre todas los demás componentes del sistema. En cada celda de la matriz se ubica una calificación que va desde “0” hasta “3” dependiendo del grado de influencia de una variable sobre otra, donde “0” indica una influencia nula y “3” indica que hay una influencia muy marcada. También encontramos la calificación identificada con la letra “p” que indica una influencia potencial en el futuro.

El software MIC MAC, al cual se le ingresan los valores de la matriz de impacto cruzado, nos permite la visualización de los planos de influencias directas e indirectas y los planos de desplazamiento. Los planos de influencias permiten identificar la motricidad y dependencia de las variables del sistema y seleccionar las variables clave, que una vez seleccionadas disminuyen la complejidad del sistema, pues algunas de las variables quedarán por fuera de los siguientes pasos del análisis estructural.

Actores

Para llevar a cabo un estudio prospectivo, es necesario contar con un panel de expertos temáticos para el ejercicio DEPLHI de identificación de prioridades académicas e investigativas, y con la participación de los actores del sistema bajo estudio para realizar el análisis estructural. Para el panel DELPHI se buscaron profesionales, magíster y doctores con experiencia académica, docente, investigativa y/o empresarial en las áreas de matemáticas, física y química, tanto en instituciones privadas como públicas. Para las tareas de análisis del sistema que representa al Centro de Ciencia Básica, se contó con la colaboración del director del Centro y de docentes concedores del sistema. Sin embargo, los actores que afectan dicho sistema no están solamente al interior del Centro, sino que se encuentran en cada una de las dependencias e instituciones con las cuales el Centro de Ciencia Básica de la Universidad Pontificia Bolivariana interactúa.

A continuación se muestran todos los actores que intervienen en el sistema estructural del Centro de Ciencia Básica de la Universidad Pontificia Bolivariana y de los actores del sistema que participaron en el desarrollo del proceso de análisis del estudio prospectivo.

Escuela de Ingenierías

- Ingeniería Aeronáutica
- Ingeniería Agroindustrial
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería en Telecomunicaciones
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Informática
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Química
- Ingeniería Textil

Centro de Ciencia Básica

Visión: El Centro de Ciencia Básica de la Escuela de Ingeniería de la UPB será una unidad académica de excelencia, con proyección nacional e internacional en investigación, con actividades docentes y discentes que atraviesen el contexto universitario y con proyección social pertinente, todo ello en concordancia con la identidad, los principios y los valores de la UPB.

Misión: Producción, transmisión y proyección de conocimiento en las áreas de matemática, física y química, así como la formación de personas autónomas, competentes y con espíritu académico e investigativo. Esto se logra mediante un currículo flexible y acorde con los avances de la ciencia y la tecnología, apoyado en una cultura administrativa que propicie la efectividad en los procesos.

Líneas de trabajo: Matemática, Física y Química.

Director del Centro de Ciencia Básica: Fabio Castrillón Hernández.

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

GOE - Grupo de Óptica y Espectroscopía

Objetivo: Contribuir al desarrollo de la Física en los campos de la Óptica y la Espectroscopía, mediante la ejecución de proyectos de investigación acordes a las necesidades del medio que permitan la formación integral científica de estudiantes y profesionales en ingeniería y ciencias en estas áreas del conocimiento.

Líneas de investigación: Óptica No Lineal Fotorrefractiva, Metrología Óptica, Espectroscopia

SICME - Semillero de investigación en Métodos Numéricos y Cardiología

Objetivo: Conformación futura de un Grupo sólido de Investigación para la unidad de Ciencia Básica. Se encamina en el ámbito académico desde la formación

básica en el área de modelamiento matemático y modelamiento numérico hasta la realización de proyectos de investigación desarrollados por estudiantes de ingeniería y profesores de la universidad.

Líneas de investigación: Modelos Computacionales aplicados a la Medicina, Inteligencia Artificial

SICEDESO - Semillero interdisciplinario en Ciencias Experimentales para el desarrollo sostenible

Misión: Contribuir por medio de la reflexión, la investigación básica, aplicada y experimental al proceso de formación de los estudiantes para el desarrollo científico y la innovación tecnológica, con el fin de encontrar soluciones a problemas de la comunidad, garantizando el manejo prudente y eficiente de nuestros recursos, de tal modo que se atiendan las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer el bienestar de las futuras.

CIDI - Centro Integrado para el Desarrollo de la Investigación

Planea, coordina y gestiona los procesos de investigación y de transferencia del conocimiento generados por la academia al sector externo- público y privado-, a nivel nacional e internacional. Su objetivo principal es contribuir al desarrollo regional y nacional y a la transformación social, por medio de la generación y apropiación de conocimiento y la aplicación del mismo en la sociedad.

DIRECTOR DEL CIDI: Jairo Lopera

Tabla 24. Docentes del Centro de Ciencia Básica

Docentes Vinculados	Docentes Cátedra
Arango Vásquez Consuelo	Agudelo Quiceno Jorge Eliecer
Arboleda Vélez Rubén Darío	Arcila Cano Julián

Docentes Vinculados	Docentes Cátedra
Aubad López Aquilino	Arcila Vanegas Marlon David
Bernal Bernal Luis Alfonso	Atehortúa Tabares Jairo
Builes Restrepo Javier Andrés	Cano Torres Osvaldo
Cardona Villegas Oscar	Castellanos Gómez Luis Manuel
Cardozo Amaya Claudia Elena	Duque Marín Diego Alexander
Castellanos Prada Luz Dary	Granados Morales Julián Mauricio
Clavijo Gañan Egidio	Henao Gómez Dasiell
Duque Campuzano Miguel Á.	Jiménez Martínez Francisco Javier
Durango Betancur Edison	León Martínez José Joaquín
Elejal de Álvarez Rocío	Londoño Londoño Fernando
Escobar Montoya Javier	Manrique Henao Jorge Alonso
Escobar Cadavid Héctor	Martínez Arias Cesar
Franco Acevedo Marino	Naranjo Sánchez Roger Ignacio
Garzón Reyes Johnson	Orozco Arbeláez Giovanni
Gómez López Hernán	Orozco Duque Andrés Felipe
Llerena León Ricardo	Paniagua Castrillón Juan Guillermo
Lorduy Gómez Héctor S.-.	Peñuela Salazar Carlos
Lopera Pérez Jairo A.	Pizano Hincapié Jorge Eduardo
López Flórez Guillermo	Quiroz Arroyave Juan José
Merchán Galindo Andrés Felipe	Restrepo Ortiz Carlos Mario
Montoya Valencia Luis Fernando	Restrepo Ruiz Luz Stella
Muñoz Durango Diego Alejandro	Roldan Sosa Guillermo León
Navarro Betancur Guillermo	Sánchez Arenas Ricardo León
Pérez Fredy Rafael	Smith Arbeláez Ricardo Andrés
Posada Jaramillo Ricardo	Vélez Arboleda Carlos Mario
Posada Vélez María Teresa	
Ramírez Machado Elmer José	
Ríos Alzate Marta Lucia	

Docentes Vinculados	Docentes Cátedra
Rodríguez Calderón Wilson	
Sabogal Tamayo Luz Aída	
Salazar Martínez Ángel	
Suarez Guerrero Gustavo	
Tafur García Geovanna	
Toro Agudelo Hernán Darío	
Valencia Carrascal Gabriel Ferney	
Zapata Correa Juan Carlos	

Variables Clave

La identificación de variables clave del sistema consistió en, luego de realizar la matriz de impacto cruzado y generar las gráficas de influencia versus dependencia, hallar aquellas variables que se encontraban en los cuadrantes de mayor influencia, ubicados en el sector superior del eje **y**.

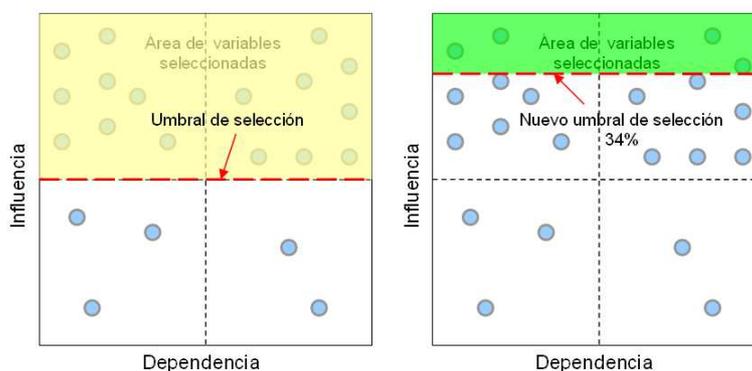
Se encontró una alta influencia de las variables que componen el sistema del Centro de Ciencia Básica, pues el 87% de éstas quedaron en los cuadrantes superiores. Se procedió a realizar una nueva selección, pues trabajar simultáneamente con 53 de 61 variables que conforman el sistema, es prácticamente trabajar con el sistema completo, lo que no permitiría una adecuada priorización, gestión y posiblemente no se podrían establecer estrategias clave ni proponer proyectos viables temporal y presupuestalmente.

La metodología de análisis estructural MIC-MAC pretende, a través de la sinergia e interrelación entre las variables, la simplificación y priorización de un conjunto reducido de ese sistema, tal que, si se afecta positivamente, produzca un resultado multiplicador de los logros de este subsistema en el sistema completo, a través de la influencia directa, indirecta y potencial existente entre las variables.

Las variables clave se convierten en el eje estratégico del sistema, pues por su ubicación en el plano de motricidad y dependencia, pueden jalonar el desarrollo de otras variables, que finalmente llevan al sistema a una situación ideal prevista con base a la estrategia planificada.

Con los resultados preliminares, la selección del subsistema clave a través de la metodología general no era apropiado, por lo cual se decidió, de acuerdo a las recomendaciones, aprobación del director y asesor metodológico del proyecto de prospectiva estratégica y según lo argumentado en el texto de Michael Godet: **“naturalmente, no existe una lectura de los resultados de MICMAC que sea única, oficial y científica y es tarea del grupo de trabajo el plantearse preguntas y anticipar interpretaciones¹⁹”,** desplazar el eje de selección de las variables clave a un nivel más alto sobre el eje **y**, limitando el área que contiene las variables que tienen la mayor influencia. Al final, el área de selección se definió al dividir la zona superior en tres subgrupos, y tomando como variables claves las que se encontraban en el extremo superior, a aproximadamente un 34% del área de mayor influencia. A continuación se ilustra en qué consistió este desplazamiento del nivel de umbral para seleccionar un subconjunto de las variables ganadoras.

Figura 21. Desplazamiento del nivel de umbral, eje de influencia



¹⁹ GODET, Michel. De la anticipación a la acción: Manual de prospectiva y estrategia., Ediciones: Alfaomega- Marcombo. 1993; p. 96-98.

Las variables clave del sistema fueron seleccionadas a través de los diferentes gráficos que se generan usando las matrices de influencias directas (MID), influencias indirectas (MII), influencias directas potenciales (MIDP) e influencias indirectas potenciales (MIIP).

La metodología empleada consistió en identificar las variables de mayor influencia, que se encontraban por encima del umbral definido (25%) en la gráfica de influencias directas, lo que permitió identificar 13 variables clave. A continuación se adicionaron las nuevas variables que superaban este umbral en el gráfico de influencias indirectas, identificando otras 2 variables clave. Así mismo, a través del gráfico de influencias directas potenciales, se agregó una variable adicional, y finalmente en el gráfico de influencias indirectas potenciales no se identificaron variables distintas a las seleccionadas previamente.

Debido a la adaptación realizada en el método MIC-MAC para la selección de las variables, se requirió una revisión adicional (REV), verificando una a una las variables, que a pesar que no se encontraban por encima del umbral del 25% superior, perteneciendo a los cuadrantes superiores de influencia, debían ser incluidas en el conjunto seleccionado, de acuerdo a la experiencia del personal docente y administrativo del Centro de Ciencia Básica, pues consideraron que dichas variables ejercen una influencia directa e indirecta significativa en el sistema estructural del Centro de Ciencia Básica. De esta manera, finalmente se complementó el conjunto de variables clave con 6 variables más, para completar un total de 21 variables clave en el sistema del Centro de Ciencia Básica.

Las variables clave y los momentos en los que se identificaron, se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 25. Variables clave del sistema estructural del Centro

N°Variable	Etapa	Nombre de la variable
5	REV	Capacidad de innovación
10	REV	Metas de gestión
12	MIDP	Idoneidad
18	MII	Dotación de equipos
19	MID	Medios electrónicos
22	MID	Implementación
24	MID	Apropiación
25	REV	Planeación curricular
26	MID	Flexibilidad curricular
31	MID	Aportes de la docencia
32	REV	Integración de la docencia con la investigación y la extensión
34	MID	Investigación
37	MID	Pertinencia
38	MID	Competencia
45	MID	Contexto interno
46	MID	Contexto externo
52	REV	Interdisciplinariedad
53	MII	Estudios de posgrado
54	MID	Inversión en laboratorios
56	MID	Relación con facultades
61	REV	Investigación básica

ANÁLISIS MIC-MAC

El análisis estructural del sistema del Centro de Ciencia Básica se construyó a partir de la identificación de un conjunto de 61 variables académicas, administrativas e institucionales claves. Se realizó el análisis de motricidad y

dependencia entre las variables utilizando una matriz de impacto cruzado de 61x61, encontrando un alto grado de influencia en el sistema, pues el 87% de las variables quedaron en los cuadrantes superiores del gráfico de influencia versus dependencia. Se seleccionaron finalmente 21 variables a través de una identificación visual en los planos de influencias y dependencias directas, indirectas, potenciales directas y potenciales indirectas.

Lista de variables

A continuación se presenta una lista y descripción de las variables del sistema, se utiliza la misma tabla de importación utilizada en el software.

Tabla 26. Lista de variables del sistema de Ciencia Básica

Variable	Título Corto	Descripción
Influencia en el medio (1)	1	Impactos del proyecto y alcances de los mismos en la comunidad.
Calidad de la vida universitaria (2)	2	Insumos, procesos y resultados que la hacen.
Relaciones con instituciones homólogas (3)	3	Conexión e interacción con las ciencias básicas de otras universidades.
Organización institucional (4)	4	Procedimientos explícitos para orientar las acciones de los grupos, subgrupos e individuos con la intención de lograr objetivos comunes y definidos.
Capacidad de innovación (5)	5	Aptitud y suficiencia para afrontar las nuevas tendencias en la educación y en los estudiantes.
Valores institucionales (6)	6	Normas de vida que desarrolla la Universidad de acuerdo con su visión y

Variable	Título Corto	Descripción
		misión.
Sentido de pertenencia (7)	7	Apropiarse de la misión y de la visión para realizar un buen desempeño y obtener buenos resultados.
Manejo de la información (8)	8	Es un proceso que exige informarse e informar, es decir, exige constituir primero una representación de una determinada realidad con los datos que adquirimos de ella para poder darla a conocer, disponiendo esa representación al alcance de los demás o comunicarla.
Impacto en los sistemas de información (9)	9	Huella o rastro de los sistemas de información en el medio en el cual se originan.
Metas de gestión (10)	10	Término establecido para denotar el cumplimiento de un recorrido administrativo.
Servicios de apoyo y asesoría (11)	11	Ayuda que se le presta a una empresa para un mejor logro en sus metas y objetivos.
Idoneidad (12)	12	Aptitud, potencia física o intelectual, poder para obrar.
Producción académica (13)	13	Escritura de diversos tipos de documentos, textos, revistas y libros por parte de los docentes.
Ponencia nacional (14)	14	Intervención en foros, conferencias a nivel local con trabajos propios de los

Variable	Título Corto	Descripción
		docentes.
Ponencia internacional (15)	15	Intervención en foros, conferencias fuera del país con trabajos que trasciendan las fronteras.
Selección de personal docente (16)	16	Metodología empleada y condiciones exigidas para el ingreso de profesores a la Universidad Pontificia Bolivariana.
Infraestructura (17)	17	Conjunto de fenómenos que constituye la base de la actividad universitaria.
Dotación de equipos (18)	18	Implementación de elementos para las diferentes actividades universitarias.
Medios electrónicos (19)	19	Son aquellos instrumentos creados para obtener un intercambio eficiente en la información.
Apoyos didácticos (20)	20	Recursos para el buen desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje.
Implementación (22)	21	Implantación y puesta en marcha de un sistema o de un conjunto de programas de utilidad destinados a usuarios.
Valoración del aprendizaje (23)	22	Relación entre las actividades educativas y los resultados de aprendizaje esperados.
Apropiación (24)	23	Es el hecho de apoderarse de algo haciéndose dueño de ello. Por lo general una apropiación tiene una contra prestación.
Planeación curricular (25)	24	Diseño de los currículos tanto a presente como a futuro.

Variable	Título Corto	Descripción
Flexibilidad curricular (26)	25	Conjunto de movimientos que tienden a iniciar el cambio educacional en el acto de aprendizaje.
Evaluación curricular (27)	26	Es un proceso mediante el cual se recolecta información para verificar si se han obtenido los resultados previamente establecidos y teniendo la intención de tomar decisiones.
Formación en valores (28)	27	Proceso que se da en la institución para que sus integrantes desarrollen cualidades como el respeto, la tolerancia, la honestidad, el amor al trabajo, la lealtad, etc.
Política de evaluación (29)	28	Delineamientos que se trazan para verificar los resultados del proceso enseñanza - aprendizaje.
Gestión académica (30)	29	Consiste en los procesos que van desde el acceso a la universidad hasta la consecución de títulos, pasando por los planes de estudio, matrículas y consecución de becas.
Aportes de la docencia (31)	30	Proyección de los profesores al desarrollo integral de la universidad.
Integración de la docencia con la investigación y la extensión (32)	31	Relación del profesor con la creación de nuevos conocimientos y con la difusión de estos.
Ciclo básico (33)	32	Eje transversal al proceso de la

Variable	Título Corto	Descripción
		formación, construye la identidad y el componente de formación humanista ²⁰ .
Investigación (34)	33	Es la búsqueda de conocimientos y verdades que permiten describir, explicar, generalizar y predecir los fenómenos que se producen en la naturaleza y en la sociedad.
Creatividad (35)	34	Capacidad de inventar algo nuevo; de relacionar algo conocido de forma innovadora.
Diagnóstico (36)	35	Razonamiento dirigido a la determinación de la naturaleza y origen de un fenómeno.
Pertinencia (37)	36	Papel que la educación desempeña en la sociedad y lo que ésta espera de aquella.
Competencia (38)	37	Articula el desempeño de un individuo en un dominio particular de conocimiento (saber), poniendo en práctica ciertas habilidades (saber hacer) y ciertas actitudes (saber ser) ²¹ .
Patentes (39)	38	Una patente es un conjunto de derechos exclusivos organizados por un gobierno o autoridad al inventar un nuevo

²⁰ Modelo Pedagógico Integrado, Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2009.

²¹ Revisión y consolidación de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba correspondiente a los ECAES de Ingeniería, documento desarrollado en el marco del Convenio 440 de 2009 entre ACOFI y el ICFES, Bogotá, 2010.

Variable	Título Corto	Descripción
		producto susceptible de ser explotado industrialmente para el bien del solicitante.
Pensamiento científico (40)	39	Es el pensar sistemático, integrado por un sistema de conceptos, juicios y razonamientos acerca de los objetos y leyes del mundo externo y de lo humano.
Disposición en red (41)	40	Capacidad para utilizar en forma conjunta la nueva tecnología.
Cultura (42)	41	Es la base y el fundamento de lo que somos. Existe en nosotros en el momento en que nacemos y en el aporte moral e intelectual de nuestros progenitores en un inicio y de nuestro entorno posteriormente.
Administración (43)	42	Es la conducción racional e actividades, esfuerzos y recursos de una organización, resultándole algo imprescindible para su supervivencia y crecimiento.
Proyección social (44)	43	Es una función sustantiva de la universidad que la vincula con la sociedad en búsqueda de alternativas de solución a sus principales problemas mediante procesos permanentes e interactivos, que integran la docencia, la investigación y la sociedad.

Variable	Título Corto	Descripción
Contexto interno (45)	44	Liderazgo, políticas, sistemas, tecnología, capacidad financiera, etc. que influyen sobre la efectividad de una organización o programa.
Contexto externo (46)	45	Es el entorno formado por el conjunto de grupos, agentes o instituciones con los que una organización mantiene relaciones significativas, relaciones no sólo de naturaleza económica, sino de cualquier tipo.
Clima organizacional (47)	46	Es el fenómeno que media entre los factores del sistema organizacional y las tendencias motivacionales que se traducen en un comportamiento que tiene consecuencias sobre la organización.
Proyecto de empresa (48)	47	Es la planeación escrita y ordenada de una idea, es una carta de presentación que sirve para obtener financiación, optar a posibles subvenciones y convencer a un posible socio para que participe en el proyecto.
Deserción estudiantil (49)	48	Abandono de los estudiantes de sus obligaciones escolares.
Nivel académico de profesores (50)	49	Grado de estudios de los docentes.
Nivel académico de los alumnos (51)	50	Grado de asimilación de conocimientos en cursos anteriores ya sea en su

Variable	Título Corto	Descripción
		formación básica o universitaria.
Interdisciplinariedad (52)	51	Conjunto de disciplinas conexas entre sí y con relaciones definidas a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada. Es un proceso dinámico que busca proyectarse con base en la integración de varias disciplinas para la búsqueda de soluciones a problemas de investigación.
Estudios de posgrado (53)	52	Son aquellos que se hacen después de haber optado el título de pregrado en áreas relacionadas con Ciencia Básica.
Inversión en laboratorios (54)	53	Erogación de dineros para la implementación y adecuación de los laboratorios de Física y de Química.
Impacto social (55)	54	Es la consecuencia que trae a la comunidad los efectos de un proyecto y que pueden observarse a largo plazo.
Relación con facultades (56)	55	Conexión y servicios que tiene la ciencia básica con las diversas ingenierías de Universidad Pontificia Bolivariana.
Relación de la Ciencia Básica con la empresa (57)	56	Es la conexión que se puede hacer entre la ciencia básica y la empresa ya sea privada u oficial.
Manejo de otros idiomas (58)	57	Hablar un segundo idioma por parte de los componentes de la comunidad universitaria.

Variable	Título Corto	Descripción
Difusión de la investigación (59)	58	Dar a conocer tanto a nivel local, nacional e internacional, el resultado de las investigaciones que se llevan a cabo en Ciencia Básica.
Bienestar (60)	59	Nivel alcanzado en la satisfacción por el desempeño tanto del docente como del estudiante.
Investigación básica (61)	60	Trabajo experimental o teórico llevado a cabo básicamente con el objetivo de adquirir nuevos conocimientos de determinados fenómenos y hechos observables, sin tener ningún tipo de aplicación particular o uso en mente.
Investigación aplicada (62)	61	Consiste también en trabajos experimentales o teóricos que se emprender principalmente para adquirir nuevos conocimientos, pero fundamentalmente dirigidos hacia un objetivo práctico específico.

Se utilizó el número de la variable como título corto, con el objetivo de poder ubicar a las 61 variables gráficamente en los distintos planos de influencia – dependencia.

Matriz de impacto cruzado

El análisis del impacto cruzado produjo como resultado los valores del Anexo C, utilizados para alimentar la matriz de impacto directo.

Figura 23. Plano de influencias / dependencias indirectas

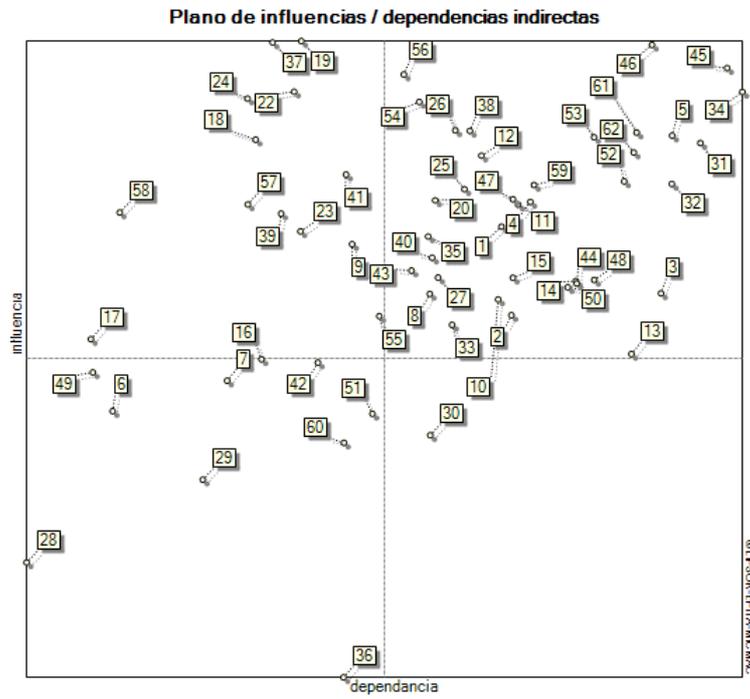


Figura 24. Plano de influencias / dependencias directas potenciales

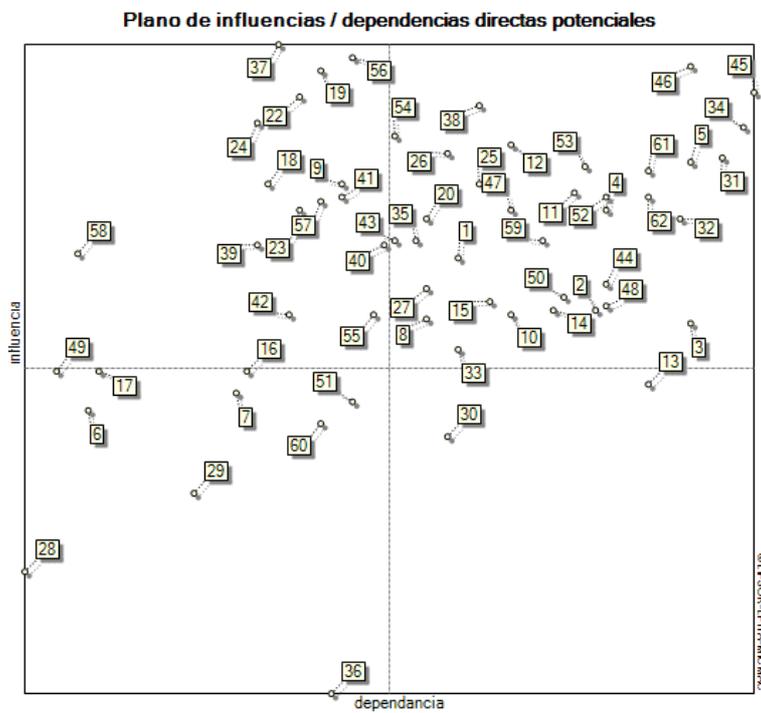
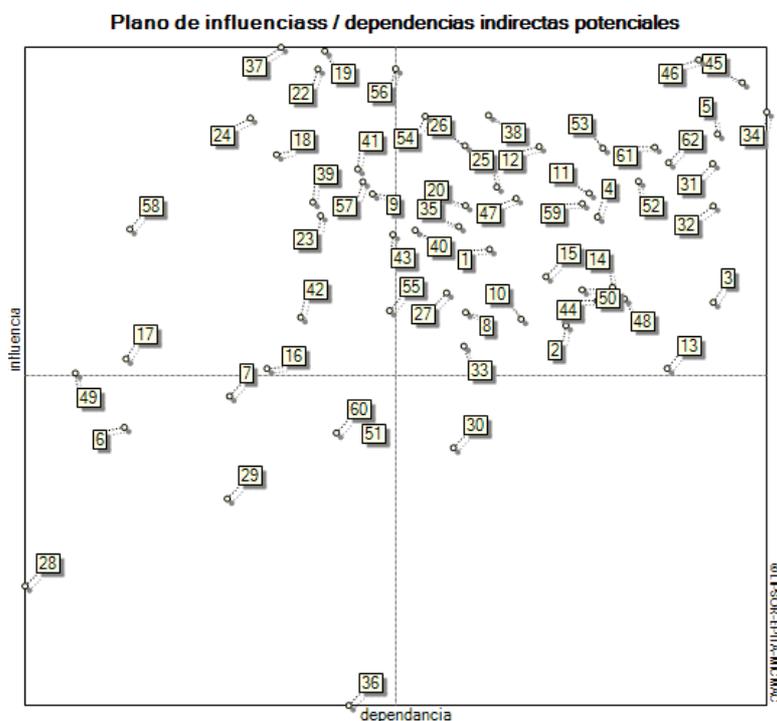


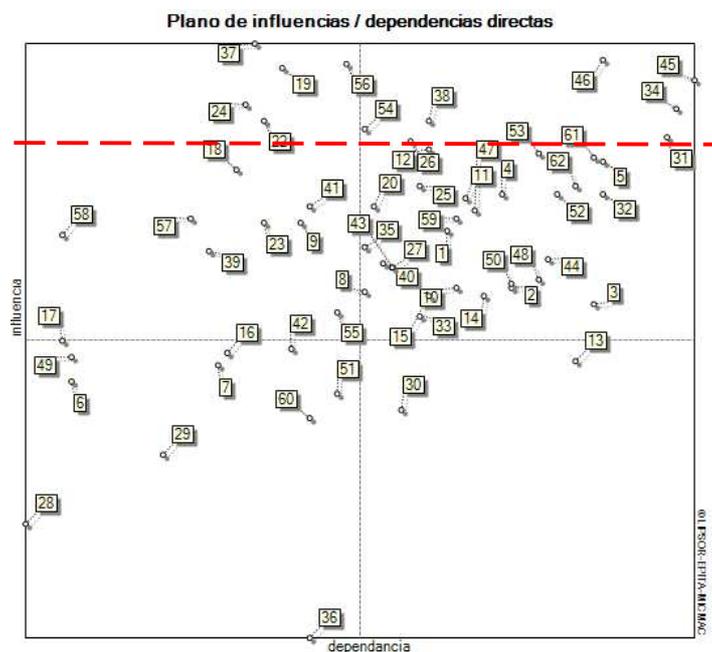
Figura 25. Plano de influencias / dependencias indirectas potenciales



Selección de variables

Como puede observarse en los planos anteriores, el sistema Centro de Ciencia Básica posee una gran cantidad de variables en la zona enlace, que podrían considerarse variables clave del sistema. Debido a que en los cuadrantes superiores de influencia se encuentra el 87% de las variables del sistema, se redefinió un subconjunto de ésta como la zona de interés, para poder seleccionar las variables que tuvieran mayor influencia. Así, se dividió la zona superior en 3 subgrupos y se dibujó una línea de umbral en el primero de ellos ubicado en el extremo superior del eje, aproximadamente al 34% del conjunto de variables clave.

Figura 26. Nivel de umbral para la selección de variables clave



Identificación de las variables clave:

a. Variables ubicadas sobre el umbral, en plano de impacto directo: MID

- 19. Medios electrónicos
- 22. Implementación
- 24. Apropiación
- 26. Flexibilidad curricular
- 31. Aportes de la docencia
- 34. Investigación
- 37. Pertinencia
- 38. Competencia
- 45. Contexto interno
- 46. Contexto externo
- 54. Inversión en laboratorios
- 56. Relación con facultades

b. Nuevas variables que superaron el umbral en el plano de impacto indirecto: MII

- 18. Dotación de equipos
- 53. Estudios de posgrado

c. Nuevas variables que superaron el umbral en el plano de impacto directo potencial: MIDP

- 12. Idoneidad

d. Nuevas variables que superaron el umbral en el plano de impacto indirecto potencial: MIIP

Ninguna

e. Nuevas variables que no superaron el umbral, pero que se encuentran cerca y pertenecen a los cuadrantes superiores de influencia. Se consideran relevantes para ser incluidas como variable clave.

- 5. Capacidad de innovación
- 10. Metas de gestión
- 25. Planeación curricular
- 32. Integración de la docencia con la investigación y la extensión
- 52. Interdisciplinariedad
- 61. Investigación básica

Finalmente, las 21 variables relevantes de la matriz de impacto cruzado MIC-MAC son:

- 5. Capacidad de innovación
- 10. Metas de gestión
- 12. Idoneidad
- 18. Dotación de equipos

19. Medios electrónicos
22. Implementación
24. Apropiación
25. Planeación curricular
26. Flexibilidad curricular
31. Aportes de la docencia
32. Integración de la docencia con la investigación y la extensión
34. Investigación
37. Pertinencia
38. Competencia
45. Contexto interno
46. Contexto externo
54. Inversión en laboratorios
56. Relación con facultades
53. Estudios de posgrado
52. Interdisciplinariedad
61. Investigación básica

5 PROYECTOS ACTUALES, FUTUROS Y AMENAZAS PARA LOS EJES²²

Por la distribución de variables en cada uno de los ejes, se encuentra que algunos de los proyectos apuntan al desarrollo de varios de los ejes propuestos para este ejercicio de análisis estructural, ya que ciertas variables pertenecen a varios ejes simultáneamente.

Así mismo, todos los proyectos actuales del Centro se encuentran regidos por el plan de desarrollo de la Universidad Pontificia Bolivariana 2015.

A continuación mostraremos los diferentes proyectos tanto actuales y futuros, así como las amenazas asociadas a cada uno de las variables clave resultantes del análisis estructural.

5.1 CAPACIDAD DE INNOVACIÓN

La capacidad de innovación hace referencia a la acumulación de habilidades y capacidades que permiten no sólo generar nuevos conocimientos, sino aplicarlos a las diferentes actividades educativas e investigativas del Centro de Ciencia Básica, de modo que los productos de sus investigaciones y los conocimientos impartidos sean cada vez más ajustados y rápidamente adaptables a los conocimientos que requieren los ingenieros para su quehacer profesional.

²² ESCOBAR, Op. Cit., p.201.

Partiendo de esta premisa las directivas del Centro se han concientizado que es necesario aumentar la masa crítica en las áreas de interés para los programas de Ingeniería que soportan y capacitar periódicamente al personal docente de planta.

5.1.1 Proyectos actuales

- Contratación de docentes con títulos de maestría y doctorado.
- Apoyo a la realización de proyectos de prospectiva estratégica, que permitan identificar las tendencias educativas e investigativas a las que debe apuntar el Centro de Ciencia Básica, para ser competitivo en el medio y permanecer actualizado en sus procesos.

5.1.2 Proyectos futuros

- Fortalecimiento de las capacidades de los docentes, mediante ciclos de formación y actualización.

Los proyectos anteriores permiten potenciar también otras variables como **aportes de la docencia, la investigación y la integración de la docencia con la investigación y la extensión.**

5.2 IDONEIDAD

Es el conjunto de habilidades y la aptitud para el desempeño de la labor docente y administrativa dentro del Centro de Ciencia Básica. El objetivo del proyecto que pretende potenciar esta variable es que los profesionales del Centro estén altamente capacitados para asumir funciones docentes, investigativas y administrativas o de gestión.

5.2.1 Proyectos actuales

- Docentes y directivos con formación en maestrías y doctorados tanto en temáticas disciplinares como en temáticas de la didáctica, docencia y la gestión.

5.3 DOTACIÓN DE EQUIPOS E INVERSIÓN EN LABORATORIOS

Estas variables están enfocadas a la evaluación, adquisición, implementación y uso de nuevas tecnologías y nuevos equipos para que apoyen las diferentes actividades que se realizan en el Centro de ciencia Básica. Los esfuerzos sobre esta variable de dotación de equipos están enfocados en implementación de un laboratorio para apoyar la enseñanza de las Matemáticas y a la adecuación de los laboratorios existentes en las áreas de Física, Química y Biología.

5.3.1 Proyectos actuales

- Diagnóstico para proyecto académico que dará cuenta de cómo debe ser el diseño y construcción de un laboratorio de matemáticas.

5.3.2 Proyectos futuros

- Construcción y dotación de un laboratorio de Matemáticas.

5.3.3 Amenazas

- Altos costos de las tecnologías de punta.
- Cambios acelerados en las tecnologías necesarias

5.4 PLANEACIÓN Y FLEXIBILIDAD CURRICULAR

Estas variables se refieren a la estructuración de un currículo **PERTINENTE** en el que se tengan en cuenta las temáticas en las cuáles todos los estudiantes de Ingeniería deben tener competencias interpretativas, argumentativas y propositivas. Estas competencias deben ser adquiridas durante la formación básica disciplinar que está a cargo del Centro de Ciencia Básica y deben ser acordes a las necesidades del medio.

5.4.1 Proyectos actuales

- Identificación de temas académicos e investigativos tendenciales para el año 2020 en las áreas de Matemáticas, Física y Química.

5.4.2 Proyectos futuros

- Transformación curricular de los cursos de Ciencia Básica de acuerdo a las tendencias académicas e investigativas de las Facultades de Ingeniería en el ámbito nacional.
- Transformación del número de créditos académicos correspondientes a la formación básica disciplinar.

5.5 APORTES DE LA DOCENCIA

Esta variable básicamente involucra a los docentes en actividades de identificación de mecanismos de enseñanza-aprendizaje, para elevar el nivel académico del Centro de Ciencia Básica.

5.5.1 Proyectos actuales

- Proyecto académico en el área de Física para mejorar las prácticas de enseñanza en Fundamentos de Mecánica (Física I)

5.6 CONTEXTO INTERNO

Son todas las condiciones académicas, económicas, sociales, culturales al interior del Centro de Ciencias Básica que afectan de manera positiva o negativa el funcionamiento del mismo. La preocupación principal en este aspecto es la alta deserción de estudiantes de Ingeniería durante la formación básica disciplinar.

5.6.1 Proyectos actuales

- Estudio diagnóstico sobre las causas de bajo rendimiento y deserción de estudiantes en el Centro de Ciencia Básica.

5.7 ESTUDIOS DE POSTGRADO

Esta variable se refiere no sólo a la formación de los docentes del Centro de Ciencia Básica en programas de maestría y doctorado, sino también a la posibilidad de que el Centro configure una oferta de programas de alto nivel apoyados en los grupos de investigación existentes y los nuevos que puedan crearse de acuerdo a las necesidades del medio y a la disponibilidad de expertos interesados en las diferentes temáticas.

5.7.1 Proyectos actuales

- Formación de docentes del Centro de Ciencia Básica en programas de maestría y doctorado.

5.7.2 Proyectos futuros

- Nuevos programas de maestría y doctorado con énfasis en Óptica.

5.7.3 Amenazas

- Número de proyectos que pueden ser presentados al Centro Integrado para el Desarrollo de la Investigación CIDI.

5.8 INVESTIGACIÓN BÁSICA

Esta variable está potenciada por los proyectos de investigación adelantados por los grupos de Investigación del Centro.

5.8.1 Proyectos actuales

- Aplicación de la Transformada Wavelet en el Análisis de la Información Óptica (Grupo de Óptica y Espectroscopía GOE)
- Construcción de un Perfilómetro Óptico de Luz Estructurada (Grupo de Óptica y Espectroscopía GOE)

5.8.2 Proyectos futuros

- Construcción de un Microscopio con Focal Cromático (Grupo de Óptica y Espectroscopía GOE)
- Interferometría Holográfica y Transformada Wavelet Aplicada A La Reconstrucción Tridimensional De La Distribución de Fase Objetos Transparentes (Grupo de Óptica y Espectroscopía GOE)
- Modelo matemático para la construcción para la construcción de un prototipo de un generador eólico. (Grupo de Investigación en Matemáticas GMAT)

5.8.3 Amenazas

- Número de proyectos que pueden ser presentados al Centro Integrado para el Desarrollo de la Investigación CIDI.

6 DEFINICIÓN DE EJES²³

Los intentos estratégicos del Centro de Ciencia Básica tienen como objetivo principal buscar la competitividad y la alta calidad académica, este objetivo es heredado de la visión de la Universidad Pontificia Bolivariana. Sin embargo, el éxito en la consecución de dicho objetivo, es la suma de éxitos parciales enfocados en objetivos intermedios, que representan líneas de trabajo alrededor de las variables clave del sistema que resultaron del análisis MIC MAC.

Los ejes estratégicos están compuestos por las variables con un alto nivel de influencia, que las convierte en importantes para el mejoramiento de todo el sistema en conjunto, combinado con una dependencia que las hace susceptibles de actuar sobre ellas. La suma de los ejes propuestos no constituye el sistema, pues es necesario que se tengan en cuenta las relaciones directas, indirectas y potenciales entre todas las variables objeto de estudio, pero si permite delimitar ciertos temas en los que se deben centrar los esfuerzos de los actores para lograr que el sistema funcione bien y sea mejorado.

El ejercicio de definición de ejes estratégicos consiste en la agrupación de variables clave relacionadas en áreas esenciales o líneas de trabajo, teniendo en cuenta que una variable puede hacer parte de uno o más ejes.

Para el sistema que representa al Centro de Ciencia Básica se han definido cinco (5) ejes estratégicos, que se explican a continuación:

²³ ESCOBAR, Op. Cit., p.207.

Tabla 27. Ejes Estratégicos

Ejes Estratégicos	Descripción	Variables
<p>Infraestructura Tecnológica</p>	<p>La infraestructura tecnológica comprende todos los sistemas de telecomunicaciones, las redes de información, los equipos de cómputo y almacenamiento, los sistemas operativos, las bases de datos, los sistemas de información y gestión, los sistemas de seguridad y las aplicaciones de software.</p> <p>Un reto para la Universidad es mantener una infraestructura moderna que satisfaga desde las necesidades administrativas tradicionales, las académicas de búsqueda de información, experimentación y de investigación, hasta las necesidades particulares de los laboratorios especializados y de los grupos de investigación del Centro de Ciencia Básica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dotación de equipos - Medios electrónicos - Inversión en laboratorios - Implementación
<p>Investigación e Innovación</p>	<p>Fortaleciendo el eje de Investigación e Innovación, se avanzará en la búsqueda de nuevos conocimientos que permitan no sólo describir y explicar ciertos fenómenos que se presentan en la ciencia básica y en las diferentes ingenierías, sino que estos estudios puedan ser difundidos y aplicados en la solución de los problemas que requieren la participación de los ingenieros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de innovación - Aportes de la docencia - Integración de la docencia con la investigación y la extensión - Investigación

Ejes Estratégicos	Descripción	Variables
		<ul style="list-style-type: none"> - Interdisciplinariedad - Estudios de Postgrado - Investigación Básica - Apropiación - Implementación
Contexto	<p>Este eje se refiere al conjunto de circunstancias internas y externas que rodean al Centro de Ciencia Básica de la Universidad Pontificia Bolivariana, tales como el liderazgo, la pertinencia de sus programas y las relaciones con otros actores del medio que tienen influencia sobre el funcionamiento del Centro y sobre los cuales éste ejerce un impacto social, como por ejemplo otras universidades, sectores industriales, empresas, gobierno, entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Idoneidad - Pertinencia - Competencia - Contexto interno - Contexto externo - Relación con facultades - Apropiación - Planeación curricular - Flexibilidad curricular
Extensión Académica	<p>La Universidad Pontificia Bolivariana entiende la Extensión Académica como aquellos programas académicos, no conducentes a título, que nacen de las Escuelas y Unidades Académicas, y de su capacidad para diseñar, a partir de la docencia y la investigación, soluciones innovadoras y pertinentes con las necesidades de los diferentes sectores</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aportes de la docencia - Integración de la docencia con la investigación y la extensión

Ejes Estratégicos	Descripción	Variables
	<p>sociales. Son programas que favorecen la capacitación, actualización, entrenamiento, complementariedad, el desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas para el ser, el hacer y el vivir; desde el proyecto de formación integral de la Universidad.</p> <p>La Extensión Académica es una función sustitutiva del centro de Ciencia Básica que comprende programas de educación permanente, cursos, seminarios, y talleres destinados a la difusión de los conocimientos, al intercambio de experiencias, así como a las actividades de servicio, tendientes a procurar el bienestar general de la comunidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Relación con facultades
<p style="text-align: center;">Gestión Administrativa</p>	<p>La gestión administrativa puede verse como el conjunto de acciones que propenden por el crecimiento del Centro de Ciencia Básica, su desarrollo sostenible, la correcta evaluación, consecución, asignación y uso de los recursos académicos, financieros, humanos y tecnológicos, el mejoramiento continuo de los servicios y procesos, y la actualización y el cumplimiento de las políticas administrativas; en otras palabras, hacer realidad la visión de la Universidad desde el Centro de Ciencia Básica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Metas de gestión - Medios electrónicos

Una vez construidos los ejes se realizó una investigación de los proyectos actuales y futuros que apuntan al mejoramiento del estado de los ejes y además las amenazas sobre el eje; de acuerdo al balance de estos puntos se establecieron las hipótesis acerca del estado de cada uno de los ejes proyectados al año 2020, que para el caso del Centro de Ciencia Básica **resultó que todos los ejes se encontrarían en una situación BUENA en el año 2020.**

7 PROPUESTA DE APLICACIÓN CICLO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

Para lograr los objetivos planteados para la tesis se adoptó un método investigativo basado en la búsqueda y análisis de bibliografía relevante y la consulta a expertos mediante la realización de un ejercicio Delphi. En desarrollo de este método de trabajo se plantearon las siguientes fases de actividades:

- Recopilación y estructuración de la información o establecimiento del estado del arte: revisión y búsqueda bibliográfica, comité de expertos, discusión de expertos, establecer la ruta a seguir en concordancia con las instrucciones del director.
- Determinación de áreas críticas por Aplicación del Método Delphi.
Realización de tres (3) rondas DELPHI, para la recolección de datos mediante encuestas o entrevistas estructuradas a expertos involucrados en el tema, estos datos conformarían la información obtenida de fuentes primarias. Básicamente indagar acerca de las tendencias en cuanto a contenidos, y masa crítica necesaria en el área de Química.
- Validación de resultados usando el Corolario Delphi.
Reuniones con un pequeño grupo de expertos consultados en las rondas previas para socializar los resultados del estudio DELPHI y lograr sugerencias que puedan ayudar en la formulación de la estrategia de acción para el Centro de Ciencia Básica.

- Reconocimiento de variables mediante el Análisis Estructural MIC-MAC.
Análisis de la matriz de impacto cruzado en la que se consignan las relaciones entre las variables que conforman el sistema, estas variables son identificadas en la recopilación y estructuración de la información.
La matriz de impacto cruzado permite obtener la relación motricidad - dependencia entre las variables y obtener las variables críticas del sistema, con lo cual se propondrán algunas recomendaciones que permitan formular la estrategia de acción enfocada a la competitividad del área en estudio.
- Difusión de los resultados parciales y finales de cada una de las rondas.
- Ejercicio de Vigilancia Tecnológica, implementando herramientas computacionales que se consideren o se identifiquen más apropiadas en el momento, tales como (Vantaje Point – tendencias de la información recopilada, Goldfire Researcher, Scopus, Athlas TIC, Matheo Patent – Recuperación y análisis de patentes, Matheo Analyzer – Análisis de información obtenida de bases de datos; *Digimind*: Digimind-Evolution - Plataforma global de vigilancia - Recopilación, tratamiento, difusión y análisis., *Tropes*, *Site Content*, *Delphion*, entre otros). (Ver 7.1. Metodología de Vigilancia Tecnológica).

Se realizará un proceso informativo-documental completo, rematado con una adecuada preparación y presentación de toda la información recopilada, buscando determinar:

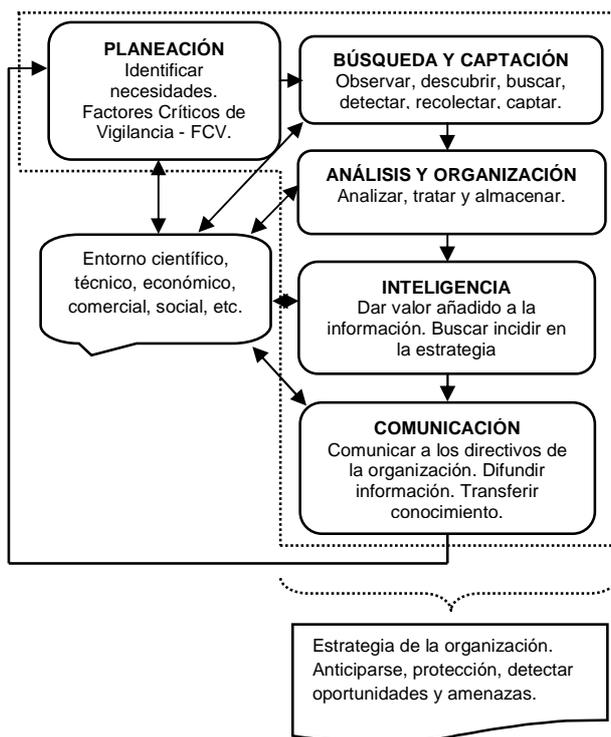
- o Los factores críticos de vigilancia de la temática seleccionada por el Centro de Ciencia Básica
- o El análisis de los factores críticos de vigilancia, mediante las herramientas computacionales pertinentes.
- o Confrontación de los resultados arrojados por la herramienta de análisis de la información con el grupo de expertos o profesionales en la temática.
- o Conclusiones del estudio.
- Elaboración y presentación del documento final.

7.1 METODOLOGÍA DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La metodología a seguir durante la aplicación de la vigilancia tecnológica al Estudio de Prospectiva Estratégica del Centro de Ciencia Básica de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Medellín; es la señalada por Sánchez y Palop ya que resulta transversal a la institución como función que implica con distintas responsabilidades y tareas al conjunto de la organización e incluso a su área de influencia. (Ver figura 27).

Figura 27. Ciclo de la Inteligencia competitiva o Vigilancia Tecnológica.

Fuente: Sánchez J. M. y Palop F (2002)



El anterior modelo se aplica, teniendo en cuenta la descripción clara de cada una de sus etapas, cumpliendo así con la mayoría de las condiciones que el órgano institucional requiere para dar seguimiento y vigilancia a todos los procesos del

entorno científico, técnico, tecnológico, económico, comercial y social a vislumbrarse en la aplicación del ciclo.

Adicionalmente es compatible con los objetivos prospectivos-estratégicos²⁴ de la Universidad Pontificia Bolivariana:

1. Consolidación Nacional y fortalecimiento Internacional
2. Calidad, autorregulación y pertinencia
3. Modernización y orientación académica, administrativa y financiera.
4. Relación UPB-Empresa-Estado Colombiano-Sociedad

Siendo uno de sus objetivos específicos la consolidación del Sistema Universitario de la Pontificia Bolivariana como unidad de cuerpo y espíritu; ubicando la aplicación de la vigilancia tecnológica dentro del Estudio de Prospectiva Institucional.

Es importante adicionar que la aplicación de la metodología descrita en la Figura 6 es vital en los procesos de calidad de la institución y se acoge al modelo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que ha optado por aplicar el Centro Integrado para el Desarrollo de la Investigación - CIDI y el Grupo de Investigación Política y Gestión Tecnológica de la Escuela de Ingenierías de la Universidad en el año 2009.

En general, existe consenso sobre las etapas que debe seguir el proceso de vigilancia en la institución y a nivel empresarial, con las diferencias naturales de

²⁴ Documento Institucional "Hacia el año 2015: La estrategia genérica y sus objetivos prospectivo-estratégicos. Universidad Pontificia Bolivariana. 2007.

énfasis en algunas de sus fases o aspectos. Dicho proceso, denominado *el ciclo de vigilancia tecnológica*,²⁵ consta de cinco etapas:

Tabla 28. Etapas Ciclo de Vigilancia Tecnológica

Etapas	Descripción
Diagnóstico (estratégico)	Identificación de las necesidades de información y los factores claves a vigilar. Aquí se determinan los elementos que definen los ejes de la búsqueda. Se aplicará el formato de identificación de los factores críticos de vigilancia -FCV.
Búsqueda y captación (de la información)	Definición de los objetivos de la búsqueda de información y se elabora la estrategia para identificarla, buscarla y captarla. Esto implica precisar el tema y resumirlo en una frase o en conceptos concretos, de modo que se facilite la selección de <i>palabras clave</i> con las cuales se formulan los textos o <i>ecuaciones de búsqueda</i> . En esta fase también se identifican las fuentes de información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.) que se usan para obtener la información.
Análisis	Procesamiento de la información obtenida de las fuentes ya establecidas. Labores que, por lo demás, requieren de la utilización de software especializado (Ventaje Point – tendencias de la información recopilada, Goldfire Researcher, Scopus, Athlas TIC, entre otros que sean pertinentes para analizar la información), en caso de no contar con herramientas de software se recurre al análisis manual de la información recopilada.

²⁵ La versión del ciclo que aquí se presenta se elaboró a partir de Sánchez y Palop (2002), de McDonald y Richarson (1997), Martinet y Marti (1995) y Cartier (1999), citados por Escorsa y Maspons (2001).

Etapas	Descripción
<p align="center">Inteligencia (interpretación de los resultados)</p>	<p>Se da sentido, interpreta y genera valor agregado a la información procesada, mediante la identificación de aspectos como las tendencias tecnológicas o en el avance del conocimiento; los “drivers” o direccionadores de dichos cambios y tendencias; los impactos tecnológicos, productivos y competitivos derivados de la evolución de las tecnologías.</p>
<p align="center">Comunicación</p>	<p>en esta última etapa del ciclo se difunden los resultados de la información analizada y se formulan propuestas orientadas a fortalecer la toma de decisiones y la definición de estrategias a seguir para mejorar la situación problemática por parte de los <i>police makers</i> (<i>encargados de formular las políticas</i>) públicos y/o privados.</p>

La temática seleccionada por parte del Grupo de Apoyo Pedagógico – GAP, parte de la necesidad de aplicación de la Vigilancia Tecnológica a una temática del Estudio Prospectivo del Centro de Ciencia Básica, con el objetivo de conocer la ejecución de cada una de sus etapas y los resultados que de éstas se generan para el mejoramiento continuo del mismo.

7.1.1 BITÁCORA: CICLO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Entorno	Planeación	Búsqueda y Captación	Análisis y Organización	Inteligencia	Comunicación
Estudio Prospectivo Centro de Ciencia Básica Temática Seleccionada: "Diseño de Experimentos"	<p>Diagnóstico Estratégico</p> <p><i>Se parte de las temáticas ganadoras en las tres áreas del Centro de Ciencia Básica (física, química y matemáticas).</i></p>	Identificar Palabras Clave	Procesamiento de la información obtenida de las fuentes ya establecidas.	Interpretar los resultados obtenidos.	Divulgación de los resultados de la información analizada.
	Identificar necesidades de información y los factores críticos de vigilancia.	Formular textos o ecuaciones de búsqueda.	Aplicación de software especializado.	Valor agregado a la información procesada.	Formulación de propuestas (fortalecer toma de decisiones y la definición de estrategias).

Entorno	Planeación	Búsqueda y Captación	Análisis y Organización	Inteligencia	Comunicación
	<i>Selección por parte del Centro de Ciencia Básica de una temática ganadora para aplicar la metodología de VT.</i>	<i>Identificación de las fuentes de información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)</i>	<i>Tabulación y análisis de la información, mediante la herramienta de Microsoft Excel.</i>	<i>Análisis de la información, teniendo en cuenta los subtemas o cuestiones críticas indagadas.</i>	<i>Socialización de los resultados con los profesionales que intervinieron en el proceso y definición de propuestas estratégicas.</i>

7.1.2 Etapa I: Diagnóstico - Planeación

Diagnóstico Estratégico:

Se parte de las temáticas ganadoras en las tres áreas de estudio del Centro de Ciencia Básica (física, química y matemáticas).

Se da a conocer al Centro de Ciencia Básica la propuesta a desarrollarse con la metodología de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva y con el grupo de apoyo pedagógico - GAP, en cabeza del Director, se toma la decisión de entregar una propuesta de estudio con respecto a la temática Diseño de Experimentos (ganadora en el área de matemáticas con un porcentaje de consenso del 44%) ; y a futuro se decide su aplicación en las líneas de acción del centro.

Identificar necesidades de información y los factores críticos de vigilancia:

Por consenso de las directivas del Centro de Ciencia Básica se selecciona una sola temática ganadora para aplicar la metodología de Vigilancia Tecnológica, ésta es: Diseño de Experimentos.

El grupo GAP y Elmer Ramírez, Director del Centro, diligencian el Formato de los Factores Críticos de Vigilancia para dar continuidad a la siguiente etapa de la metodología.

A continuación se muestra el factor crítico de vigilancia de la temática seleccionada por el grupo de apoyo pedagógico del Centro de Ciencia Básica:

Tabla 29. Factor Crítico de Vigilancia

Temas (FCV)	Subtemas (Cuestiones Críticas de Vigilancia)	Descriptorios	Condicionantes	Prioridad
DISEÑO DE EXPERIMENTOS	Cuáles son las demandas de diseño de experimentos en el sector industrial	Diseño de experimentos, Experimentación industrial Formación experimental Diseño de normas técnicas. Normas técnicos Procesos de experimentación Procesos de certificación y calidad	Experimentación industrial en empresas medianas y grandes, muy especial grandes que tengan departamento de desarrollo y nuevos productos.	5
	Cuáles son las demandas de diseño de experimentos en los grupos de investigación			5
	Hay demanda de diseños de experimentos en los cursos teórico prácticos			5
	Que desarrollos a nivel			5

Temas (FCV)	Subtemas (Cuestiones Críticas de Vigilancia)	Descriptor	Condicionantes	Prioridad
	mundial se encuentran en relación con el diseño de experimentos			
	La normatividad para los sectores industriales está diseñada con base en los diseños de experimentos		En las normas técnicas revisar sólo las que tienen que ver con procesos químicos eléctricos y mecánicos	4
	Los diseños de experimentos tienen en cuenta las normas internacionales		En las normas técnicas revisar sólo las que tienen que ver con procesos químicos eléctricos y mecánicos	5

7.1.3 Etapa II: Búsqueda y Captación

Dentro de ésta etapa se identifican las palabras clave para la respectiva formulación de textos y ecuaciones de búsqueda, para luego identificar las fuentes de información como bases de datos, documentos, reportes, revistas, noticias, etc.

En el presente estudio se definieron las palabras clave teniendo en cuenta los subtemas y los mismos descriptores que el Comité Directivo del Centro de Ciencia Básica argumentó en el formato del Factor Crítico de Vigilancia – FCV.

Dentro de las bases de datos consultadas para generar la búsqueda, contamos con las siguientes:

INTERNACIONALES:

1. Academic Search Complete
2. Blackwell Sinergy
3. Business Source Complete
4. Jstor
5. Normas ASTM International
6. Science Direct
7. Scopus
8. Wiley interScience

NACIONALES:

1. Dspace (Instituciones de Educación Superior)
2. Ingeniería & Desarrollo
3. Revista Dyna (Facultad de Minas UNAL)
4. Revista EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia)
5. Scielo
6. Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales
7. El país.com

REGIONALES:

1. Google, búsqueda avanzada
2. Scielo
3. Revista dyna

4. Revista Eydenar
5. Revista Scientia Et Technic
6. Revista Ingeniería, investigación y tecnología

A continuación se da muestra del rastreo y la investigación respectiva para dar cuenta de los resultados que existen alrededor de la temática de estudio:

7.1.3.1 Artículos Científicos en Base de Datos Internacionales

¿Cuáles son las demandas de diseño de experimentos en el sector industrial?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	Design of Experiments, Methodology Six Sigma	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Manufacturing Industries Need Design of Experiments (DoE).
2	Design of experiments, empirical study, experimental, Methodology, Industry	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Is design of experiments really used? A survey of Basque industries
3	Signal Processing, Digital Techniques, Energy Consumption, Computer Software,	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Industry giants build test into DSP design

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	Computer Input-Output Equipment, Integrated Circuits			
4	SEMICONDUCTOR industry *EXPERIMENTAL design *ENGINEERING design	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Perception-Based Analysis of Engineering Experiments in the Semiconductor Industry
5	EDITORIALS *EXPERIMENTAL design *RESEARCH *SIX sigma (Quality control standard) *ENGINEERING students	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Designed experiments in industry

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	*EDUCATION *STATISTICS SOFTWARE			
6	computer experiments DOE flocking process quality improvement sequential experimentation statistics for innovation	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Product/process improvement by integrated physical and simulation experiments: a case study in the textile industry
7	COMPUTER programming *COMPUTER science *EDUCATION,	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Experiments with Industry's "Pair-Programming" Model in the Computer Science Classroom

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	Higher			
8	robust design methodology survey Swedish manufacturing industry variation	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Robust Design Methodology: Status in the Swedish Manufacturing Industry
9	SUGAR trade *EVAPORATION *HEAT -- Transmission *ULTRASONIC imaging	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Industrial experiments for the application of ultrasound on scale control in the Chinese sugar industry
10	*ENGINEERING design *SYSTEMS	TI design experiments and TI industry	Academic Search complete	Why Does Industry Ignore Design Science?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	engineering *DESIGN			
11	Design experiments	Design experiments in Article Titles, in all subjects, in product type Journals	BLACKWELL SYNERGY	Experimental design for product and process design and development
12	Design experiments	Design experiments in Article Titles, in all subjects, in product type Journals	BLACKWELL SYNERGY	Design and Analysis of Industrial Strip-plot Experiments
13	Design experiments		BLACKWELL SYNERGY	How is Experimentation Carried Out by Companies? A Survey of Three European Regions

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
14	Design experiments	design experiments in Article Titles and industry in Article Titles, in all subjects, in product type Journals	BLACKWELL SYNERGY	Designed Experiments in Industry
15	Design experiments		BLACKWELL SYNERGY	Process Optimization in Tableware Industries Using Taguchi's Design of Experiments
16	joint mean-dispersion model ordinal scores proportional odds model	TI design experiments and TI industry	Business Source Complete	Analysis of robust design experiments with time-dependent ordinal response characteristics: a quality improvement study from the

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	robust product design two-stage analysis			horticulture industry
17	*experimental design *quality of products *quality control *consumer protection	TI design experiments and TI industry	Business Source Complete	Applications of Taguchi approach to statistical design of experiments in Czech Republican industries.
18	design of experiments industry guidelines Six Sigma	design experiments in Article Titles and industry in Article Titles, in all subjects, in product type Journals	Business Source Complete	Implementation of Design of Experiments projects in industry
19	Control estadístico de calidad		Google - Búsqueda Avanzada	Los métodos estadísticos en la gestión de calidad de las empresas españolas

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
20	Design experiments, Naval engineering	ti:(design experiments)	Jstor	<u>The Design of Experiments in Naval Engineering</u>
21	Electrochemical etching; Direct writing; Microfabrication; Design of experiment		Science Direct	Design of experiments in electrochemical microfabrication
22	Design of experiment, Simulation	(TITLE(design experiments) AND TITLE(industry))	Scopus	The use of simulation and design of experiments for productivity improvement in the sawmill industry
23	Design of experiment, Simulation, automotive industry	(TITLE(design experiments) AND TITLE(industry))	Scopus	Application of Design of experiments on the simulation of a process in an automotive industry

¿Cuáles son las demandas de diseño de experimentos en los grupos de investigación?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	Engineers, Research Teams, Microorganisms, Research, Diseases -- Causes & Theories Of Causation, Architectural Design	TI design experiments and TI research groups	Academic Search complete	Health research group eyes better building design and infrastructure
2	Computer-Based 3d Models, Design Experiment, Interaction Analysis, Science Education, Situated Computer-Supported,	TI design experiments and TI research groups	Academic Search complete	The historical and situated nature design experiments – Implications for data analysis

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	Collaborative Learning, Socio-Cultural, Interpretations of Knowledge, Constructions			
3	Efluentes de cianuración		Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales	Aplicación del diseño de experimentos factorial 2k en la evaluación del uso de aminas para la remoción de complejos cobre-cianuro de Soluciones de cianuración

¿Hay demanda de diseños de experimentos en los cursos teórico práctico?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	Chlorination, Styrene *Chemical Processes *Chemistry -- Experiments *Experimental Design *Potassium *Benzene *Nuclear Magnetic Resonance *Mixtures	TI design experiments and TI courses	Academic Search complete	A Sequence of Linked Experiments, Suitable for Practical Courses of Inorganic, Organic, Computational Chemistry, and NMR Spectroscopy
2	PERCEPTUAL learning	TI design experiments and	Academic Search complete	Using PsyScope for demonstrations and student-

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	*COGNITIVE learning *PROGRAMMING languages (Electronic computers) *COMPUTER-assisted instruction	TI courses		designed experiments in cognitive psychology courses
3	COGNITIVE psychology *PSYCHOLOGY *INTERACTIVE computer systems *JAVA (Computer program language)	TI design experiments and TI courses	Academic Search complete	Java experiments for introductory cognitive psychology courses

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	*COMPUTER-assisted instruction			
4	*EDUCATION *ENGINEERING -- Study & teaching *PRODUCT design *TEACHING *LEARNING *CREATIVE ability	TI design experiments and TI courses	Academic Search complete	Sustainability by design: a reflection on the suitability of pedagogic practice in design and engineering courses in the teaching of sustainable design
5	PROBLEM-based learning *WEB-based instruction *APPLICATION software	TI design experiments and TI courses	Academic Search complete	Enhancing Computing Skills of Low-Achieving Students via E-Learning: A Design Experiment of Web-Based, Problem-Based Learning and Self-Regulated Learning

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	*EDUCATION, Compulsory *SELF- management (Psychology)			
6	MATHEMATICS teachers -- Training of *MATHEMATICS - - Study & teaching *MIDDLE school teachers *CAREER development *CONTINUING education *TEACHER	TI design experiments and TI courses	Academic Search complete	Conducting Design Experiments to Support Teachers' Learning: A Reflection From the Field

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	development *EDUCATION *METHODOLOGY			
7	*EXPERIMENTAL design *SCIENCE -- Methodology *LEARNING disabilities *COGNITION disorders *LEARNING disabled children *CHILDREN with mental disabilities *LEARNING disabled	TI design experiments	Academic Search complete	How Design Experiments Can Inform Teaching and Learning: Teacher-Researchers as Collaborators in Educational Research

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	*EDUCATION -- Research *TEACHERS			
8	EDUCATION *COMPUTER network resources *COMPUTER- assisted instruction *EDUCATIONAL technology *MULTIMEDIA systems *COMPUTER engineering	TI design experiments	Academic Search complete	Design experiments in Japanese elementary science education with computer support for collaborative learning: hypothesis testing and collaborative construction
9	RESEARCH *MATHEMATICS	TI design experiments	Academic Search complete	What kind of creature is a design experiment?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	*EDUCATION *INSTRUCTIONAL systems *ARITHMETIC *METAPHOR			
10	ELEMENTARY schools *COMPUTERS *TEACHING -- Aids & devices *CHILDREN	TI design experiments	Academic Search complete	Point and Click or Grab and Heft: Comparing the Influence of Physical and Virtual Instructional Materials on Elementary School Students' Ability to Design Experiments
10	READING comprehension *SCHOOL children *EDUCATION *EDUCATION, Primary	TI design experiments	Academic Search complete	Improving text comprehension strategies in upper primary school children: A design experiment

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
11	STUDENTS *CLASSROOMS	TI design experiments	Academic Search complete	MAKING SCIENCE ACCESSIBLE TO ALL: RESULTS OF A DESIGN EXPERIMENT IN INCLUSIVE CLASSROOMS
12	CLASSROOM environment *LEARNING	TI design experiments	Academic Search complete	Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings
13	UNITED States -- History *EDUCATION, Elementary -- Curricula STUDY & teaching	TI design experiments	Academic Search complete	Fifth Graders Investigating History in the Classroom: Results from a Researcher-Practitioner Design Experiment

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	(Elementary)			
14	SCIENCE -- Experiments *SCIENCE -- Study & teaching	TI design experiments	Academic Search complete	When students design experiments
15	EDUCATION -- Experimental methods *MATHEMATICAL ability -- Testing *PROBLEM solving in children *FIFTH grade (Education)	TI design experiments	Academic Search complete	Learning to Solve Mathematical Application Problems: A Design Experiment With Fifth Graders
16	assessment of learning college science	TI design experiments	Academic Search complete	INQUIRY-BASED LABORATORY COURSE IMPROVES STUDENTS'

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	instruction evaluation tool experiments student-designed			ABILITY TO DESIGN EXPERIMENTS AND INTERPRET DATA
17	Estadística		Google - Búsqueda Avanzada	Técnicas estadísticas aplicadas a la investigación

¿Qué desarrollos a nivel internacional se encuentran en relación con el diseño de experimentos?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	Biología, Desarrollo		Google - Búsqueda Avanzada	Biología y Desarrollo
2	Sociedad del conocimiento,		Google - Búsqueda Avanzada	La enseñanza de la química pre-universitaria

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	Ciencias experimentales, Química, Biología molecular, Nanoquímica			
3	Materiales biológicos, Arquitectura, Biotecnología, Cirugía, Biología, Microbiología, Medicina		Wiley InterScience	Neoplastic Design (Diseño neoplasmático)

¿La normatividad para los sectores industriales está diseñada con base en los diseños de experimentos?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	*DETECTORS *CALIBRATION *PHYSICAL instruments *SENSOR networks	TI design experiments and TI standards	Academic Search complete	Design and validation of a new primary standard for calibration of the top-end humidity sensors
2	BIOINFORMATICS *GENE expression *DNA microarrays *RNA *NUCLEIC acid hybridization *CELL lines	TI design experiments and TI standards	Academic Search complete	Universal Reference RNA as a standard for microarray experiments
3	Design experiments	(Design experiments) in Subject	American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Test Method for Conducting Aqueous Direct Photolysis Tests

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
4	Design experiments	(Design experiments) in Subject	American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Guide for Conducting In-situ Field Bioassays With Caged Bivalves
5	Design experiments	(Design experiments) in Subject	American Society for Testing and Materials. ASTM International	Determination of Deposition of Aerially Applied Oil Spill Dispersants
6	Design experiments	(Design experiments) in Subject	American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Practice for Determination of Hydrolysis Rate Constants of Organic Chemicals in Aqueous Solutions
7	Design experiments	(Design experiments) in Subject	American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Guide for Performance Characterization of Dosimeters and Dosimetry Systems for Use in Radiation Processing
8	Design experiments	(Design experiments) in	American Society for Testing and Materials. ASTM	Standard Test Method for Measuring the Toxicity of

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
		Subject	International	Sediment-Associated Contaminants with Estuarine and Marine Invertebrates
9	Enseñanza de la Física, Óptica, Didáctica, Diseño de Prototipos		Google - Búsqueda Avanzada	Diseño de prototipos experimentales orientados al Aprendizaje de la óptica

¿Los diseños de experimentos tienen en cuenta las normas internacionales?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	EXPERIMENTAL design *CHROMATOGRAPHIC analysis	TI design experiments and TI standards	Academic Search complete	Experimental design considerations in quantification experiments by using the internal standard technique:

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	*SCIENCE-Experiments *ISOPENTENOIDS			Cholesterol determination by gas chromatography as a case study
2	Automotive catalytic converters; Reaction kinetics; Mathematical modeling	TI design experiments and TI standards	Academic Search complete	Kinetic Parameter Estimation by Standard Optimization Methods in Catalytic Converter Modeling
3	CONTROL theory *COMPUTER software *NEUTRONS *SCATTERING (Physics)	TI design experiments and TI standards	Academic Search complete	Application of industrial standard process control equipment in neutron scattering experiments
4	GENOMICS *IMAGING systems *MICROPLATES *CRYSTALLIZATION *DATABASES		Academic Search complete	An automated image-collection system for crystallization experiments using SBS standard microplates

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	*MOLECULAR genetics			
5	anionic impurities sodium chloride Standard addition traceability traceability.		Academic Search complete	New Equation for the Evaluation of Standard Addition Experiments Applied to Ion Chromatography
6	WEAK interactions (Nuclear physics) *PARTICLES (Nuclear physics) *ELECTRONS *QUARKS		Academic Search complete	Atomic theory and tests of the Standard Model in atomic experiments

7.1.3.2 Artículos Científicos a Nivel Nacional

¿Cuáles son las demandas de diseño de experimentos en el sector industrial?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	Metodología de calidad Diseño experimental Desempeño de procesos	Diseño de experimentos sector industrial	Google Búsqueda Avanzada	Centro de Ingeniería de la Calidad– Cali – Colombia

¿Cuáles son las demandas de diseño de experimentos en los grupos de investigación?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	Lodos de tratamiento de aguas residuales,	Diseño de experimentos Antioquia	Revista Eydenar	Estudio de la combustión de lodos de la ptar cañaveralejo de la ciudad de cali con carbones

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	análisis térmico, termogravimetría, termogravimetría derivativa, reactividad, energía de activación, combustión, aprovechamiento energético de lodos, diseño experimental al azar.			consumidos en el valle del cauca, Colombia, utilizando diseño experimental al azar
2	Ergonomía, Máximo peso aceptable levantado, Máximo peso aceptable desplazado, Manejo manual de	Diseño de experimentos	Dspace	Aplicación del diseño de experimentos para determinar el máximo peso aceptable en el manejo manual de materiales

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	materiales, Diseño de experimentos, Análisis de regresión, Método sicofísico			
3	Control de inventario, Simulación de la producción, Diseño de experimentos.	Diseño de experimentos	Dspace	Diseño de políticas de control de inventario para empresas comercializadoras mediante la simulación y el diseño de experimentos
4	Eficiencia, Energía, Tecnología, Diseño experimental, Optimización, Variabilidad, Doméstico.	Diseño de experimentos	Dspace	Optimización del diseño de bombas de calor mediante el uso de diseño de experimentos
5	Diseño	Diseño de	Dspace	Uso del diseño experimental y

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	experimental, optimización	experimentos		el control estadístico para la optimización y el monitoreo de las operaciones de cargue y descargue de contenedores en una sociedad portuaria
6	Diseño de Experimentos, Simulación, Arena, Implementación conjunta de Simulación y DOE, Mejoramiento de Procesos.	Diseño de experimentos	Dspace	Estudio de implementación conjunta de las técnicas de simulación y diseño de experimentos para el mejoramiento de procesos productivos
7	ANOVA, Análisis de Residuales, Arreglos Factoriales,	Diseño de experimentos	Dspace	Aplicación y comparación de métodos clásicos y robustos del diseño experimental en la Industria Azucarera del Valle

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	Arreglos Ortogonales, Búsqueda de Variables, Cartas Multivariadas, Diseño Experimental, Diseños fraccionados, Efecto, Factores Controlables, Factores incontrolables, Interacción, Robustez.			del Cauca
8	Control de calidad, EWMA, series de	Diseño de experimentos	Ingeniería & Desarrollo Revista de la División de	Diseño de un experimento para evaluar el uso de la carta

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	tiempo, diseño económico de cartas de control.		Ingeniería de la Universidad del Norte	EWMA con predicción en el monitoreo de procesos correlacionados

7.1.3.3 Artículos Científicos a Nivel Regional

¿Cuáles son las demandas de diseño de experimentos en los grupos de investigación?

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
1	Campos Magnéticos, Crecimiento de Hongos, Saccharomyces cerevisiae	Diseño de experimentos	SciELO	Efectos de los campos magnéticos sobre el crecimiento de saccharomyces cerevisiae

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
2	Biodiesel de aceite de palma, fraccionamiento, cristalización, punto de nube, punto de fluidez.	Diseño de experimentos Antioquia	Scielo	El fraccionamiento por cristalización del biodiesel de aceite de palma como alternativa para mejorar sus propiedades de flujo a baja temperatura
3	Estudios de Simulación, Diseño de experimentos, Modelos Lineales Generalizados, Procesos Estocásticos.	Diseño de experimentos Antioquia	Revista dyna	Análisis y diseño de experimentos aplicados a estudios de simulación
4	Diseño de Experimentos, Mejoramiento de Procesos, Análisis	Diseño de experimentos	Revista Dyna	Aplicación del diseño de experimentos para el mejoramiento de la producción de flores de exportación

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	de Varianza, Análisis de Residuales, regresión Lineal, Flores, Colombia.			
5	Proceso de doblado; longitud de doblado; ángulo de doblado; dimensiones; Diseño de Experimentos.	Diseño de experimentos	Revista EIA	Aplicación del diseño de experimentos para el análisis del proceso de doblado
6	Biodiesel, Transesterificación, Aceite de Palma	Diseño de experimentos Antioquia	Revista Scientia Et Technic	Estudio experimental de las variables que afectan la reacción de transesterificación
7	Diseño	Diseño de	Revista Ingeniería,	Optimización del proceso de

N°	Palabras Claves	Ecuaciones de búsqueda	Nombres Fuentes de Información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.)	Nombre
	experimental, diseño factorial, amalgama dental, lixiviación, optimización	experimentos Antioquia	investigación y tecnología	recuperación de metales valiosos presentes en los residuos de la amalgama dental

7.1.4 Etapa III: Análisis

En esta etapa se procesó la información obtenida de forma manual en la herramienta Microsoft Excel, estableciendo parámetros de análisis como la organización por variables tales como: palabras clave, base de datos, año de creación del artículo científico, autores y países.

A continuación se muestran los resultados obtenidos del procesamiento de la información:

7.1.4.1 Resultados Artículos Científicos a Nivel Internacional

Demandas de diseño de experimentos en el sector industrial

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Academic Search Complete	Manufacturing Industries Need Design of Experiments (DoE) - Industrias manufactureras, necesidad del diseño de experimentos (DOE)	Martín Tanco, Elizabeth Viles, Laura Iizarbe, María Jesús Álvarez	2007	International Association of engineers Newswood Limited		Diseño de Experimentos - DOE
						Metodología Seis Sigma
Academic Search Complete	Is design of experiments really used? A survey of Basque industries - ¿Es el diseño de experimentos realmente utilizado? Una encuesta de la industria vasca.	Martín Tanco, Elizabeth Viles, Laura Iizarbe, María Jesús Álvarez	2008	University of Navarra	España	Estudio empírico
						Metodología experimental
						Industria
Academic Search Complete	Industry giants build test into DSP design - Gigantes de la Industria de la construcción de prueba en DSP de diseño		2006			Procesamiento de Señales Digitales Técnicas
						Consumo de energía
						Software de

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
						computador
						Entrada-Salida de equipo de cómputo
						Circuitos integrados
Academic Search Complete	Perception-Based Analysis of Engineering Experiments in the Semiconductor Industry - La percepción basada en análisis de experimentos de ingeniería en la industria de semiconductores	MARK LAST	2001	University of South Florida	Florida	Conjuntos difusos
Academic Search Complete	Perception-Based Analysis of Engineering Experiments in the Semiconductor Industry - La percepción basada en análisis de experimentos de ingeniería en la industria de semiconductores	ABRAHAM KANDEL				Minería de datos
						Visualización de datos
						Histograma
						Distribuciones de frecuencias
Academic Search Complete	Designed experiments in industry - Experimentos diseñados en la industria	Arnout, Brombacher	2009			Investigación
						Estándar de control de calidad
						Estadísticas de la

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
						innovación
Academic Search Complete	Product/process improvement by integrated physical and simulation experiments: a case study in the textile industry - La mejora del producto por el proceso de integración física y los experimentos de simulación: un estudio de caso en la industria textil	S. Masala and	2008	Technova	Italy	Secuencial de experimentación
		P. Pedone		University of Cagliari		Experimentos de ordenador
		M. Sandigliano		Technova		Proceso de flocado
		D. Romano		University of Cagliari		
Academic Search Complete	Experiments with Industry's "Pair-Programming" Model in the Computer Science Classroom - Experimentos con industrias "pares de programación" modelo en el Aula de Informática	Laurie A. Williams	2001	North Carolina State University	Estados Unidos	Programación
		Robert R. Kessler		University of Utah		Informática
				Educación Superior		
Academic Search Complete	Robust Design Methodology: Status in the Swedish Manufacturing Industry - Diseño	Ida Gremyr	2003	Chalmers University of Technology	Suecia	Metodología de diseño robusto
		Martin Arvidsson				Variación

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	robusto Metodología: Situación en la industria manufacturera sueca	Per Johansson				Industria manufacturera
Academic Search Complete	Industrial experiments for the application of ultrasound on scale control in the Chinese sugar industry - Los experimentos industriales para la aplicación de la ecografía en el control de escala en la industria azucarera de China	Aijun Hu	2006	Tianjin University of Science and Technology	China	Comercio de azúcar
		Jie Zheng		South China University of Science and Technology		Evaporación
		Taiqiu Qiu		South China University of Science and Technology		Calor - Transmisión
Academic Search Complete	Why Does Industry Ignore Design Science? - ¿Por qué la industria ignora el Diseño de la Ciencia?	R. Frost	1999	The University of New South Wales	Australia	Diseño INGENIERÍA
						Ingeniería de Sistemas
Blackwell Sinergy	Experimental design for product and process design and development - El diseño experimental para el producto y el	Manufacturing Industries Need	1999	Manufacturing Industries Need	Estados Unidos	Diseños de matriz combinada
						Múltiple optimización de la respuesta

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	diseño y desarrollo de procesos					Modelos de respuesta
						Superficies de respuesta
						Diseño robusto de parámetros
Blackwell Sinergy	Design and Analysis of Industrial Strip-plot Experiments - Diseño y Análisis de la Industria Franja de terreno de experimentos	Heidi Arnouts	2009	Universiteit Antwerpen	Bélgica	Óptimo diseño de parcelas
		Peter Goos				Reducción de costos de experimentación
		Bradley Jones				Diseño de producto robusto
Blackwell Sinergy	How is Experimentation Carried Out by Companies? A Survey of Three European Regions - ¿Cómo es la experimentación realizada por las empresas? Una encuesta realizada en tres regiones europeas	Martin Tanco	2008	University of Navarra	España	Diseño de experimentos
		Elisabeth Viles				Industria Europea
		Laura Ilzarbe				Experimentación
		María Jesus Álvarez				
Blackwell	Designed experiments in industry	A. ARNOUT	2009			Diseño de

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Sinergy	- Experimentos diseñados en la industria	C. BROMBACHER				Experimentos - DOE
Blackwell Sinergy	Process Optimization in Tableware Industries Using Taguchi's Design of Experiments	Birgit Palm	2008	Clausthal University of Technology	Alemania	Análisis de varianza
	- Optimización de procesos en las industrias Mesa Uso Taguchi Diseño de Experimentos	Jürgen G. Heinrich				Análisis de los medios
Business Source Complete	Analysis of robust design experiments with time-dependent ordinal response characteristics: a quality improvement study from the horticulture industry - Análisis de experimentos de diseño robusto con el tiempo depende de las características de respuesta ordinales: un estudio de mejora de la calidad de la industria de la horticultura.	N. R, Parsons	2009	University of Warwick	Reino Unido	Modelo de dispersión

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Business Source Complete	Analysis of robust design experiments with time-dependent ordinal response characteristics: a quality improvement study from the horticulture industry - Análisis de experimentos de diseño robusto con el tiempo depende de las características de respuesta ordinales: un estudio de mejora de la calidad de la industria de la horticultura.	S. G, Gilmour		Queen Mary University of London		Modelo de probabilidades proporcionales
		R. N, Edmondson		University of Warwick		Análisis de fases
Business Source Complete	Applications of Taguchi approach to statistical design of experiments in Czech Republican industries - Aplicaciones del enfoque de Taguchi para el diseño estadístico de experimentos en checo industrias republicano.	Jiju Antony	2004		República Checa	Calidad de los productos
		V. Somasundaram				Control de calidad
		Craig Fergusson				Protección de los consumidores
		Pavel Blecharz				

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Business Source Complete	Implementation of Design of Experiments projects in industry - Aplicación de diseño de experimentos de proyectos en la industria	Martin Tanco	2009	University of Navarra	España	Pautas de la industria
		Elisabeth Viles				
		Laura Ilzarbe				
		María Jesus Álvarez				
Google - Búsqueda Avanzada	Los métodos estadísticos en la gestión de calidad de las empresas españolas	Daniel Peña	1990	Universidad Politécnica de Madrid	España	Control estadístico de calidad
Jstor	The Design of Experiments in Naval Engineering - El diseño de experimentos en Ingeniería Naval	B. B. Day	1954			Ingeniería Naval
Science Direct	Design of experiments in electrochemical microfabrication - Diseño de experimentos en electroquímica de microfabricación	S. Nouraei	2009	Merz Court Newcastle University	Reino Unido	Electroquímico de grabado
		S. Roy				Escritura directa
						Microfabricación
Scopus	The use of simulation and design of experiments for productivity	Felipe F. Baesler	2004	University of Bio-Bio	Chile	Simulación
		Eduardo Araya				

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	improvement in the sawmill industry - El uso de la simulación y diseño de experimentos para la mejora de la productividad en la industria de la serrería	Francisco J. Ramis				
		José A. Sepúlveda		University of Central Florida	Estados Unidos	
Scopus	Application of Design of experiments on the simulation of a process in an automotive industry - Aplicación de diseño de experimentos en la simulación de un proceso en la industria de automóviles	José Arnaldo Barra Montevechi		Universidade Federal de Itajubá	Brazil	Industria automotriz
		Alexandre Ferreira de Pinho		Universidade Estadual Paulista		
		Fabiano Leal				
		Fernando Augusto Silva Marins				

Demandas de diseño de experimentos en los grupos de investigación

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Academic Search	Health research group eyes better building design and	Ka-man Lai	2009	University college	Inglaterra	Equipos de investigación

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Complete	infraestructure - Grupo de los ojos de la Salud la investigación del diseño y la creación de mejores infraestructuras			London		Microorganismos
						Causas y teorías de la causalidad
						Diseño arquitectónico
Academic Search Complete	The historical and situated nature design experiments - Implications for data analysis --- Lo histórico y la naturaleza situada en el diseño de experimentos - Implicaciones para el análisis de datos	I. Krange.	2009	University of Oslo	Noruega	Diseño de Experimentos - DOE
		Sten Ludvigsen				Modelos 3D basados en computadora
						Análisis de la interacción
						Enseñanza de las ciencias
						Interpretación de las construcciones de conocimiento
Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y	Aplicación del diseño de experimentos factorial 2k en la evaluación del uso de aminas para la remoción de complejos	Omero Alonso-González	2009	Universidad Simón bolivar	Venezuela	Efluentes de cianuración
		Margarito Zertuche-Salas			Venezuela	Cianuros de cobre

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Materiales	cobre-cianuro de Soluciones de cianuración	Fabiola Nava-Alonso			Venezuela	Remoción de cobre
		Alejandro Uribe-Salas				

Demanda de diseños de experimentos en los cursos teórico práctico

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Academic Search complete	A Sequence of Linked Experiments, Suitable for Practical Courses of Inorganic, Organic, Computational Chemistry, and NMR Spectroscopy - Una serie de experimentos relacionados, Apto para cursos prácticos de Química Inorgánica, Orgánica, Química Computacional y Espectroscopia de RMN	Grigoriy A. Sereda	2006	University of South Dakota	Estados Unidos	Diseño de Experimentos - DOE
						Cloro
						Estireno
						Procesos Químicos
						Potasio
						Benceno
Resona						

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Academic Search complete	Using PsyScope for demonstrations and student-designed experiments in cognitive psychology courses - Experimentos con Psyscope para las demostraciones a estudiantes de diseño en los cursos de psicología cognitiva	Jonathan Vaughan	1994			Aprendizaje perceptivo
		Penny L.. Yee				Aprendizaje cognoscitivo
						Lenguajes de programación
						Instrucción asistida por computador
Academic Search complete	Java experiments for introductory cognitive psychology courses - Experimentos de Java para cursos de introducción a la psicología cognitiva	Adam K. Stevenson	1999			Psicología cognitiva
		Gregory Francis				Sistemas informáticos interactivos
						JAVA (lenguaje de programa de ordenador)
Academic Search complete	Sustainability by design: a reflection on the suitability of pedagogic practice in design and engineering courses in the teaching of sustainable design -	RICHARD MORRIS	2006	University of Brighton	Inglaterra	Ingeniería
		PETER CHILDS		University of Sussex		Diseño de producto
		TOM HAMILTON		University of		Diseño sostenible

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	La sostenibilidad de diseño: una reflexión sobre la idoneidad de la práctica pedagógica en el diseño y cursos de ingeniería en la enseñanza del diseño sostenible			Sussex		Creatividad
						Pedagogía
Academic Search complete	Enhancing Computing Skills of Low-Achieving Students via E-Learning: A Design Experiment of Web-Based, Problem-Based Learning and Self-Regulated Learning - Mejora de habilidades informáticas de alumnos de bajo rendimiento a través de E-Learning: una experiencia de diseño de Web-Based, Aprendizaje Basado en Problemas y aprendizaje autorregulado	TSANG-HSIUNG LEE	2008	National Chengchi University	China	Aprendizaje basado en problemas
		PEI-DI SHEN		Ming Chuan University		Basado en la Web de instrucciones
		CHIA-WEN TSAI		Ming Chuan University		Software de aplicación
						Educación
						Autogestión
Academic Search	Conducting Design Experiments to Support Teachers' Learning: A	Paul Cobb	2009	Vanderbilt University	Estados Unidos	Estudio y enseñanza de las matemáticas

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
complete	Reflection From the Field - La realización de experimentos de diseño a los profesores de apoyo "de aprendizaje: una reflexión desde el campo	Qing Zhao		Appalachian State University		Formación Continua
		Chrystal Dean				Desarrollo Profesional
						Metodología
Academic Search complete	How Design Experiments Can Inform Teaching and Learning: Teacher-Researchers as Collaborators in Educational Research - ¿Cómo diseñar experimentos pueden informar a la enseñanza y el aprendizaje: Los investigadores maestro como Colaboradores en la investigación educativa	Asha K. Jitendra	2005	Lehigh University	Estados Unidos	Discapacidades del aprendizaje
						Trastornos del conocimiento
						Investigación
Academic Search complete	Design experiments in Japanese elementary science education with computer support for collaborative learning:	Jun Oshima	2004	Shizuoka University	Japón	Recursos de red informática
		Ritsuko Oshima		Chukyo University		Tecnología educativa

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	hypothesis testing and collaborative construction - Diseño de experimentos en japonés enseñanza de las ciencias elementales con apoyo informático para el aprendizaje colaborativo: la prueba de hipótesis y de colaboración de la construcción	Isao Murayama		Shizuoka University		Sistemas multimedia
		Shigenori Inagaki		Kobe University		
		Makiko Takenaka		Kobe University		
		Hayashi Nakayama		Miyazaki University		
		Etsuji Yamaguchi		Miyazaki University		
Academic Search complete	What kind of creature is a design experiment? - ¿Qué clase de criatura es un diseño de experimentos?	Stephen Gorard	2004	York University	Reino Unido	Sistemas de instrucción
		Karen Roberts		Cardiff University		Aritmética
		Chris Taylor		Cardiff University		Metáfora
Academic Search complete	Point and Click or Grab and Heft: Comparing the Influence of Physical and Virtual Instructional	Lara M. Triona	2003	Carnegie Mellon University	Estados Unidos	Informática

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	Materials on Elementary School Students' Ability to Design Experiments - Comparación de la influencia física y virtual de materiales de instrucción sobre la capacidad de Estudiantes de la Escuela Primaria para diseño de experimentos.	David Klahr				Ayudas y dispositivos de enseñanza aprendizaje
Academic Search complete	Improving text comprehension strategies in upper primary school children: A design experiment - La mejora de las estrategias de comprensión de texto en la parte superior de los alumnos de primaria: Un diseño de experimentos	Erik De Corte	2001	University of Leuven	Bélgica	Comprensión de lectura
		Lieven Verschaffel				
		An Van De Ven				
Academic Search complete	MAKING SCIENCE ACCESSIBLE TO ALL: RESULTS OF A DESIGN EXPERIMENT IN INCLUSIVE	Annemarie Sullivan	2001	University of Michigan	Estados Unidos	Estudiantes
		Shirley Magnusson		University of Michigan		

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	CLASSROOMS - Hacer que la ciencia sea accesible a todos: resultados de un diseño de experimentos en la escuela integrada	Kathleen Collins		University of San Diego		
		Jane Cutter		University of Michigan		
Academic Search complete	Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings - Diseño de Experimentos: retos teóricos y metodológicos en la Creación de intervenciones complejas en la configuración del aula	Ann L. Brown	1992	University of California	Estados Unidos	Ambiente del aula
Academic Search complete	Fifth Graders Investigating History in the Classroom: Results from a Researcher-Practitioner Design Experiment - Historia de alumnos de quinto grado de instrucción en el aula:	Bruce A. VanSledright	2002	University of Chicago	Estados Unidos	Planes de estudio

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	Los resultados de un investigador-Profesional de Diseño Experimental					
Academic Search complete	When students design experiments - Cuando los estudiantes diseñar experimentos	Jennifer Morrow	1999			Ciencia
Academic Search complete	Learning to Solve Mathematical Application Problems: A Design Experiment With Fifth Graders - Aprender a resolver problemas de aplicación matemática: una experiencia de diseño con alumnos de quinto grado	Lieven Verschaffel	1999	University of Leuven	Bélgica	Métodos experimentales
		Erik De Corte				Resolución de problemas
		Sabien Lasure				
		Griet Van Vaerenbergh				
		Hedwid Bogaerts				
		Elie Ratinck				

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Academic Search complete	INQUIRY-BASED LABORATORY COURSE IMPROVES STUDENTS' ABILITY TO DESIGN EXPERIMENTS AND INTERPRET DATA - Basada en la Indagación LABORATORIO CURSO MEJORA capacidad del alumno para diseñar experimentos e interpretar los datos	Marcella J. Myers	2003	College of St. Catherine	Estados Unidos	Evaluación del aprendizaje
		Ann B. Burgess		University of Wisconsin		Herramientas de evaluación de experimentos
Google - Búsqueda Avanzada	Técnicas estadísticas aplicadas a la investigación	Daniel Peña	1990	Universidad Politécnica de Madrid	España	Estadística
		Arturo Ruiz				
		Damían Díez				

Desarrollos a nivel mundial en relación con el diseño de experimentos

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Google - Búsqueda	Biotecnología y Desarrollo	Roberto Bisang	2009	Cepal	Chile	Biotecnología
		Mercedes Campi				Desarrollo

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Avanzada		Verónica Cesa				
Google - Búsqueda Avanzada	La enseñanza de la química pre-universitaria	Verónica Cesa	2005	Universidad de Buenos Aires	Argentina	Sociedad del conocimiento
						Ciencias experimentales
						Química
						Biología molecular
Wiley InterScience	Neoplastic Design (Diseño neoplasmático)	Marcos Cruz	2008			Materiales biológicos
		Steve Pike				Aquitectura
						Biotecnología
						Cirugía
						Biología
						Microbiología
Medicina						

Normatividad para los sectores industriales con base en los diseños de experimentos

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Academic Search	Design and validation of a new	D. Hudoklin	2008	University of	Eslovenia	Detectores

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
complete	primary standard for calibration of the top-end humidity sensors - Diseño y validación de un nuevo patrón primario para la calibración de los principales sensores de humedad final			Ljubljana		
		J. Bojkovski		University of Ljubljana		Calibración
		J. Nielsen		Danish Technological Institute		Instrumentos físicos
		J. Drnovšek		University of Ljubljana		Redes de sensores
Academic Search complete	Universal Reference RNA as a standard for microarray experiments - Universal de referencia ARN como un estándar para los experimentos de microarrays	Natalia Novoradovskaya	2004	Stanford University	Estados Unidos	Bioinformática
		Michael L Whitfield				Expresión génica
		Lee S Basehore		The University of North Carolina		Microarrays de ADN
		Alexey Novoradovsky				ARN
		Robert Pesich				Hibridación de ácidos nucleicos
		Jerry Usary				
		Mehmet Karaca				
		Winston K Wong				

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
		Olga Aprelikova				
		Michael Fero				
		Charles M Perou				
		David Botstein				
		Jeff Braman				
American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Test Method for Conducting Aqueous Direct Photolysis Tests - Método de prueba estándar para la realización de pruebas acuosa directo Fotólisis	ASTM International	2008	ASTM International	Estados unidos	Diseño de Experimentos - DOE
American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Test Method for Conducting Aqueous Direct Photolysis Tests - Método de prueba estándar para la realización de pruebas acuosa directo Fotólisis	ASTM International	2007	ASTM International	Estados unidos	Diseño de Experimentos - DOE
American Society for Testing and Materials. ASTM International	Determination of Deposition of Aerially Applied Oil Spill Dispersants - Determinación de la deposición de vía aérea Dispersantes Aplicada Derrame de petróleo	ASTM International	2007	ASTM International	Estados unidos	Diseño de Experimentos - DOE

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Practice for Determination of Hydrolysis Rate Constants of Organic Chemicals in Aqueous Solutions - Práctica estándar para determinar las constantes de hidrólisis Tasa de Compuestos Orgánicos en soluciones acuosas	ASTM International	2008	ASTM International	Estados unidos	Diseño de Experimentos - DOE
American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Guide for Performance Characterization of Dosimeters and Dosimetry Systems for Use in Radiation Processing - Guía estándar para el rendimiento de Caracterización de los dosímetros y sistemas de dosimetría de radiación para uso en procesamiento	ASTM International	2009	ASTM International	Estados unidos	Diseño de Experimentos - DOE

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
American Society for Testing and Materials. ASTM International	Standard Test Method for Measuring the Toxicity of Sediment-Associated Contaminants with Estuarine and Marine Invertebrates - Método de prueba estándar para medir la toxicidad de sedimentos contaminantes asociados a estuarinos y marinos invertebrados	ASTM International	2005	ASTM International	Estados unidos	Diseño de Experimentos - DOE
Google - Búsqueda Avanzada	Diseño de prototipos experimentales orientados al Aprendizaje de la óptica	Eliexer Pérez Lozada	2009	Universidad de Carabobo	Venezuela	Enseñanza de la Física
						Óptica
						Didáctica
						Diseño de Prototipos

Los diseños de experimentos tienen en cuenta las normas internacionales

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Academic Search complete	Experimental design considerations in quantification experiments by using the internal standard technique: Cholesterol determination by gas chromatography as a case study - Consideraciones de diseño experimental en los experimentos de cuantificación mediante la técnica de patrón interno: la determinación de colesterol mediante cromatografía de gases como estudio de caso	Pedro Araujo	2006	National Institute of Nutrition and Seafood Research	Noruega	Diseño de Experimentos - DOE
		Felicia Couillard				Análisis por cromatografía
		Else Leirnes				Ciencia
		Kjersti Ask				Isopentenoids
		Annbjørg Bøkevoll				
Livar Frøyland						
Academic Search complete	Kinetic Parameter Estimation by Standard Optimization Methods in Catalytic Converter Modeling - Estimación de parámetros	G. PONTIKAKIS	2004	University ofThessaly	Grecia	Convertidores automotriz
		C. PAPADIMITRIOU				Cinética de reacción

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	cinéticos de la Standard Métodos de optimización en Catalizador de modelado	A. STAMATELOS				Modelos matemáticos
Academic Search complete	Application of industrial standard process control equipment in neutron scattering experiments - Aplicación de la norma industrial de equipos de proceso de control en los experimentos de dispersión de neutrones	M. Drochner	2000			Teoría de control
		H. Kleines				Programas informáticos
						Neutrones
						Dispersión
Academic Search complete	An automated image-collection system for crystallization experiments using SBS standard microplates - Una imagen sistema automatizado de recogida de experimentos de cristalización mediante microplacas de SBS Standard	Erik Brostromer	2006	Peking University	China	Genómica
		Jie Nan				Sistemas de imagen
		Xiao-Dong Su				Cristalización
						Bases de datos
						Genética molecular
Academic Search	New Equation for the Evaluation of Standard Addition Experiments	Olaf Rienitz	2006	Physikalisch-Technische	Austria	Cromatografía iónica
		Karin Röhner				Impurezas anionicos

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
complete	Applied to Ion Chromatography - Nueva ecuación para la Evaluación de los experimentos de adición estándar aplicada a la cromatografía iónica	Detlef Schiel		Bundesanstalt		Cloruro de sodio
		Jinghong Han				Trazabilidad
		Dietmar Oeter				
Academic Search complete	Atomic theory and tests of the Standard Model in atomic experiments - La teoría atómica y las pruebas del Modelo Estándar en los experimentos atómicos	V.V. Flambaum	2000	University of New South Wales	Australia	Interacciones débiles (física nuclear)
						Partículas
						Electrones
						Quarks

7.1.4.2 Resultados Artículos Científicos a Nivel Nacional

Demandas de diseño de experimentos en el sector industrial

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Google - Búsqueda Avanzada	Centro de Ingeniería de la Calidad- Cali – Colombia	Carlos Alberto Cuesta Muñoz		Pontificia Universidad Javeriana Cali	Colombia	Metodología de calidad
						Diseño de procesos

Demandas de diseño de experimentos en los grupos de investigación

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Revista Eydenar	Estudio de la combustión de lodos de la ptar cañaveralejo de la ciudad de Cali con carbones consumidos en el valle del cauca, Colombia, utilizando diseño experimental al azar	Francisco Javier Velasco Sarria	2008	Universidad del Valle	Colombia	Lodos de tratamiento de aguas residuales
		Magdalena Urhan Rojas				Análisis térmico
Dspace	Aplicación del diseño de experimentos para determinar el máximo peso aceptable en el manejo manual de materiales	Nelson Rodríguez	1999	Universidad de los Andes	Colombia	Ergonomía
						Máximo peso aceptable levantado
						Máximo peso aceptable desplazado
						Manejo manual de materiales
						Análisis de regresión
						Método sicofísico

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Dspace	Diseño de políticas de control de inventario para empresas comercializadoras mediante la simulación y el diseño de experimentos	JORGE LUIS FALCON ROMERO	2005	Universidad de los Andes	Colombia	Control de inventario
						Simulación de la producción
Dspace	Optimización del diseño de bombas de calor mediante el uso de diseño de experimentos	JAVIER ARMANDO RAMIREZ HIDALGO	1999	Universidad de los Andes	Colombia	Eficiencia
						Energía
						Tecnología
						Optimización
						Variabilidad
Doméstico						
Dspace	Uso del diseño experimental y el control estadístico para la optimización y el monitoreo de las operaciones de cargue y descargue de contenedores en una sociedad portuaria	Néstor Caicedo	2009	Universidad de los Andes	Colombia	Optimización
Dspace	Estudio de implementación conjunta de las técnicas de simulación y diseño de	René Amaya Mier	1999	Universidad de los Andes	Colombia	Implementación conjunta de simulación y DOE

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	experimentos para el mejoramiento de procesos productivos					Arena
Dspace	Aplicación y comparación de métodos clásicos y robustos del diseño experimental en la Industria Azucarera del Valle del Cauca	Pedro Daniel Medina Varela	1999	Universidad de los Andes	Colombia	ANOVA
						Análisis residuales
						Arreglos factoriales
						Arreglos ortogonales
						Búsqueda de variables
						Cartas multivariadas
						Diseños fraccionados
						Efecto
						Factores controlables
						Factores incontrolables
						Interacción
Robustez						
Ingeniería & Desarrollo Revista de la División de	Diseño de un experimento para evaluar el uso de la carta EWMA con predicción en el monitoreo de procesos	Rita Patricia Peña-Baena Niebles	2004	Universidad del Norte	Colombia	Control de calidad
		Marco E. Sanjuán Mejía				EWMA (Carta de control de promedio móvil)

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Ingeniería de la Universidad del Norte	correlacionados					exponencialmente ponderado)
						Series de tiempo
						Diseño económico de cartas de control

7.1.4.3 Resultados Artículos Científicos a Nivel Regional

Demandas de diseño de experimentos en los grupos de investigación

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
Scielo	Efectos de los campos magnéticos sobre el crecimiento de <i>saccharomyces cerevisiae</i>	José E. Zapata		Universidad de Antioquia	Colombia	Campos Magnéticos
		Germán Moreno		Universidad de Antioquia		Crecimiento de hongos
		Edna J. Márquez		Universidad Nacional		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Scielo	El fraccionamiento por cristalización del biodiesel de aceite de palma	Alirio Yovany Benavides	2008	Universidad Nacional	Colombia	Biodiesel de aceite de palma

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
	como alternativa para mejorar sus propiedades de flujo a baja temperatura	Pedro Nel Benjumea		Universidad Nacional		Fraccionamiento
		John Ramiro Agudelo		Universidad de Antioquia		Cristalización
						Punto de nube
						Punto de fluidez
Revista Dyna	Análisis y diseño de experimentos aplicados a estudios de simulación	JUAN CARLOS SALAZAR	2008	Universidad Nacional	Colombia	Estudios de Simulación
		ARMANDO BAENA ZAPATA		Universidad de Antioquia		Diseño de experimentos
						Modelos lineales generalizados
						Procesos estocásticos
		JUAN CARLOS SALAZAR		Universidad Nacional		Estudios de Simulación
						Diseño de experimentos
		ARMANDO BAENA ZAPATA		Universidad Nacional		Modelos lineales generalizados
						Procesos

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
						estocásticos
Revista Dyna	Aplicación del diseño de experimentos para el mejoramiento de la producción de flores de exportación	ALEXANDER CORREA ESPINAL	2000	Universidad Nacional	Colombia	Mejoramiento de procesos
						Análisis de varianza
						Análisis de residuales
						Regresión lineal
						Flores
						Colombia
Revista EIA	Aplicación del diseño de experimentos para el análisis del proceso de doblado	GIOVANNI PÉREZ	2009	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Colombia	Proceso de doblado
		MARTÍN DARÍO ARANGO				Longitud de doblado
		YULIANA AGUDELO				Ángulo de doblado
						Dimensiones
Revista Scientia Et Technic	Estudio experimental de las variables que afectan la reacción de transesterificación	PEDRO N. BENJUMEA	2004	Universidad Nacional	Colombia	Transesterificación
		JOHN R. AGUDELO		Universidad de Antioquia		
		GABRIEL JAIME		Universidad		

Base Datos	Documento	Autores	Año	Instituciones	Países	Palabras Clave
		CANO		Nacional		
Revista Ingeniería, investigación y tecnología	Optimización del proceso de recuperación de metales valiosos presentes en los residuos de la amalgama dental	Parra	2008	Universidad de Antioquia	Colombia	Diseño factorial Amalgama dental Lixiviación Optimización

7.1.5 Etapa IV: Inteligencia

Al tener los resultados tabulados, se procede a la realización del respectivo análisis, buscando identificar las palabras clave con mayor relevancia, las bases de datos que tienen mayor auge en cuanto a artículos científicos, los años de lanzamiento de los artículos, los cambios a futuro para la temática estudiada, entre otros aspectos importantes para delimitar la toma de decisiones y plantear estrategias que impacten los sectores tecnológicos, productivos, económicos y sociales que impulsan el posicionamiento y la competitividad del Centro de Ciencia Básica de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana a nivel regional, nacional e internacional.

7.1.5.1 Resultados de Vigilancia Tecnológica con base a publicaciones científicas relacionadas con el Diseño de Experimentos

Se encontraron un total de 78 publicaciones relacionadas con el tema de estudio. En la figura 28, se puede observar la evolución temporal de estas publicaciones y el creciente interés, en especial a partir del año 2006, que despierta este ámbito entre la comunidad investigadora.

El potencial beneficio que se deriva del desarrollo de experimentos –conocido y tratado en este informe– centra el interés tanto del sector industrial como también el desarrollo de cursos teórico práctico a nivel internacional.

A nivel Nacional y Regional centra el interés de los grupos de investigación.

Figura 28. Publicaciones internacionales, nacionales y regionales

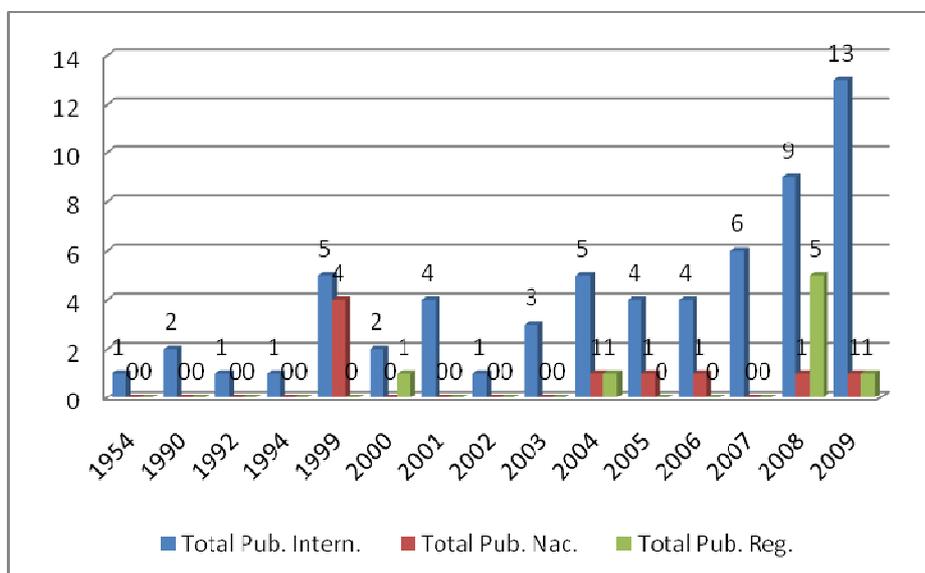


Figura 29. Evolución publicaciones internacionales

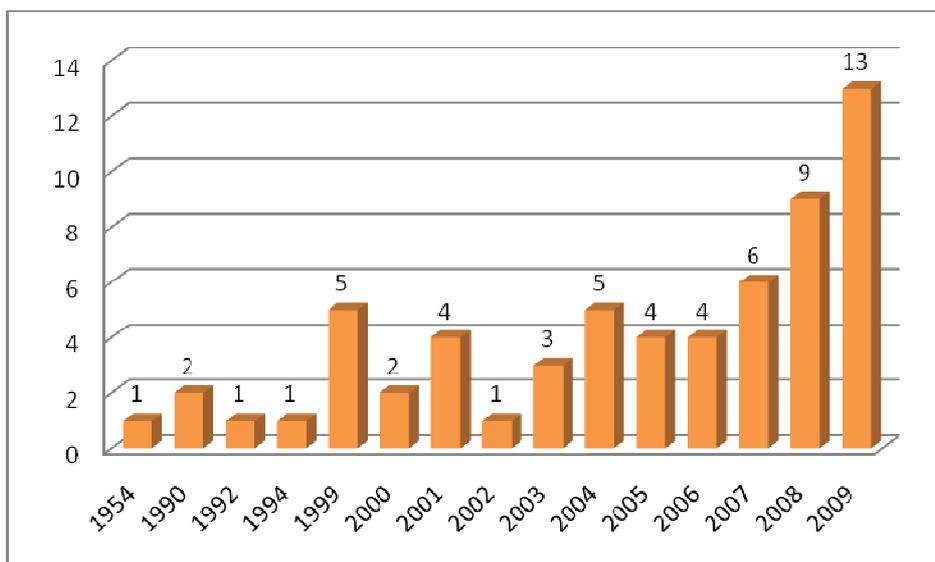


Figura 30. Publicaciones del Sector Industrial a Nivel Internacional

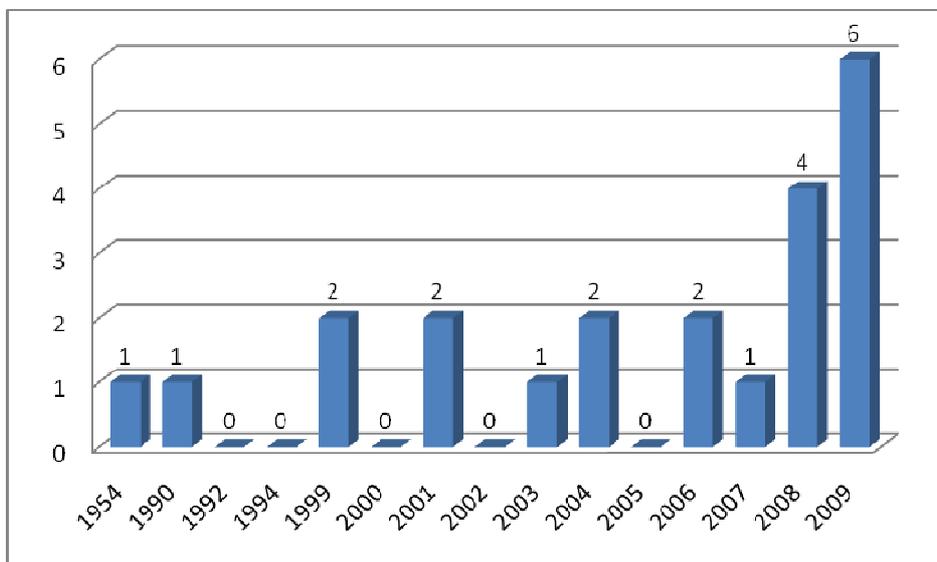


Figura 31. Publicaciones de los Grupos de Investigación a Nivel Internacional

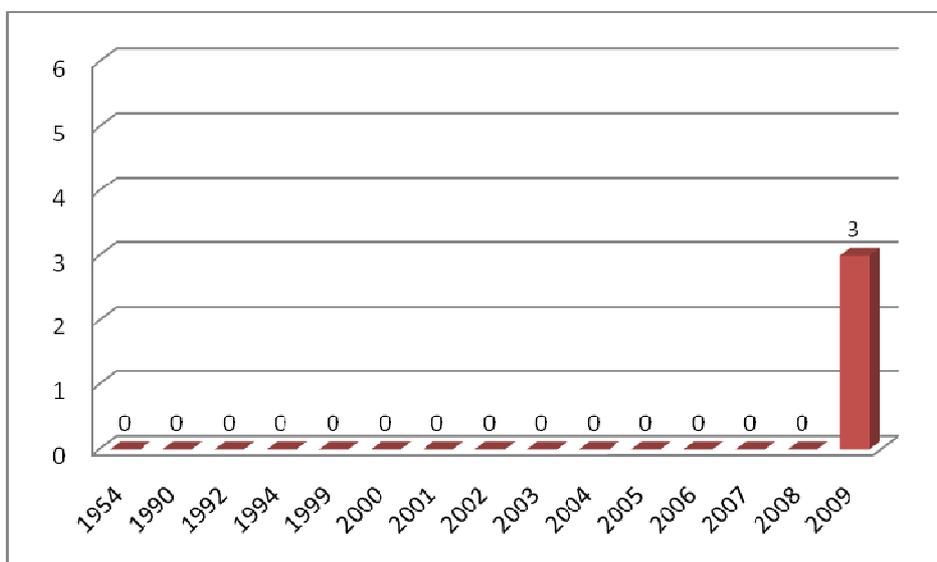


Figura 32. Publicaciones de los cursos teóricos prácticos a Nivel Internacional

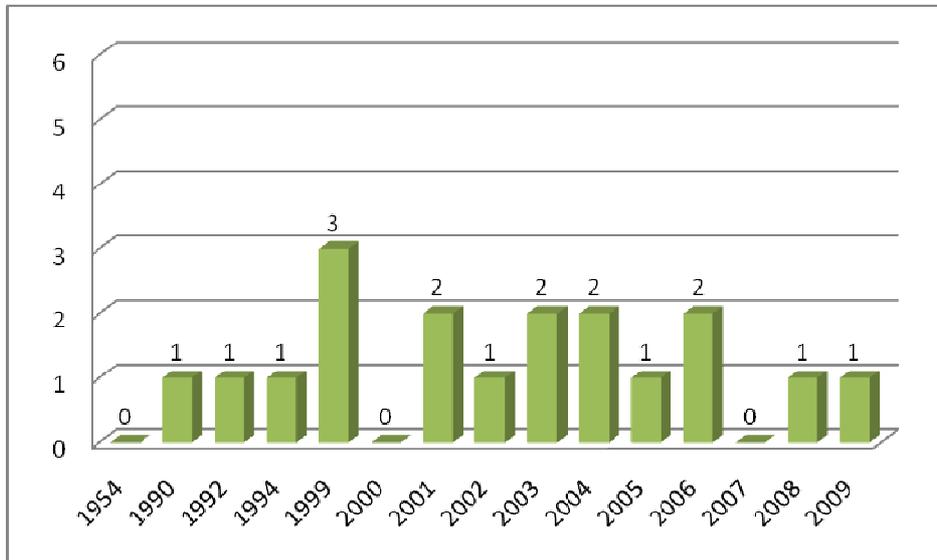


Figura 33. Publicaciones de desarrollos a nivel mundial

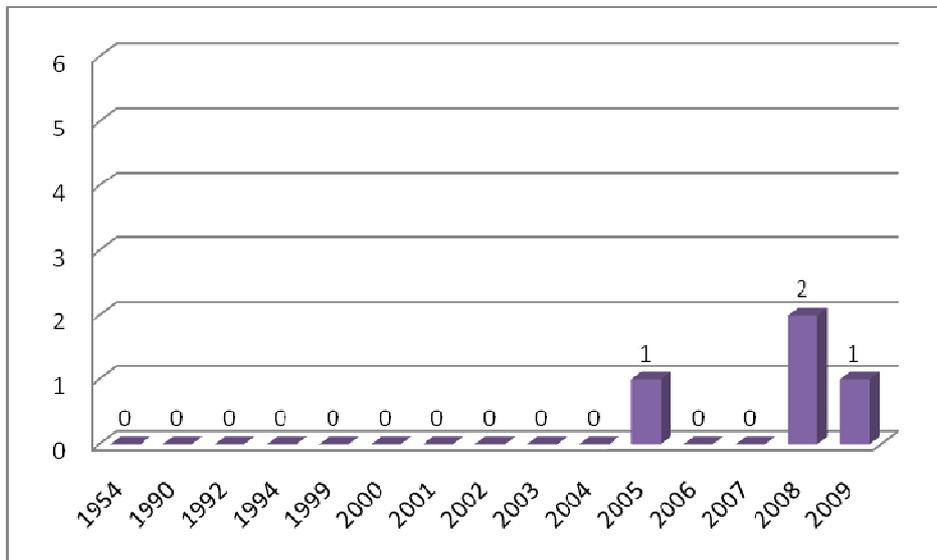


Figura 34. Publicaciones Internacionales de La normatividad para los sectores industriales

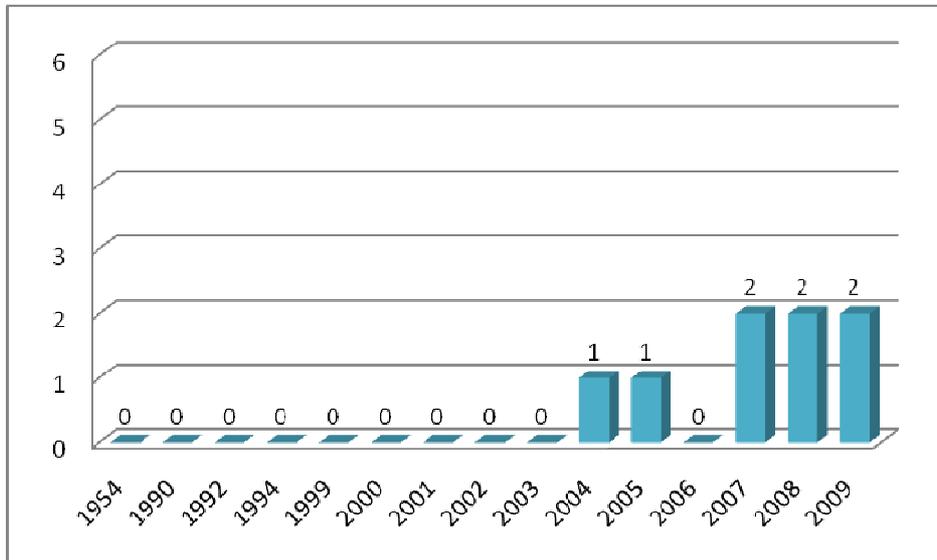


Figura 35. Publicaciones de los diseños de experimentos teniendo en cuenta las normas internacionales

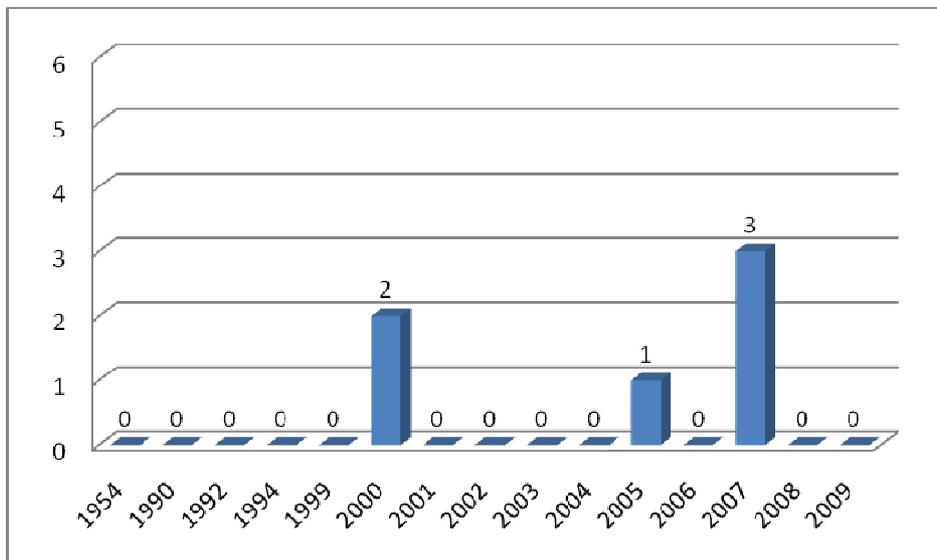


Figura 36. Publicaciones Nacionales

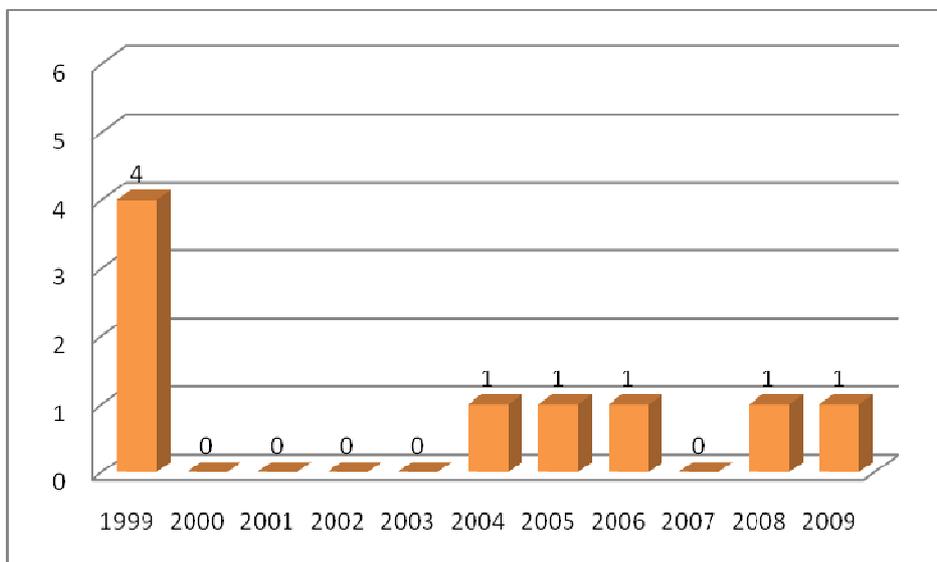


Figura 37. Publicaciones del Sector Industrial a Nivel Nacional

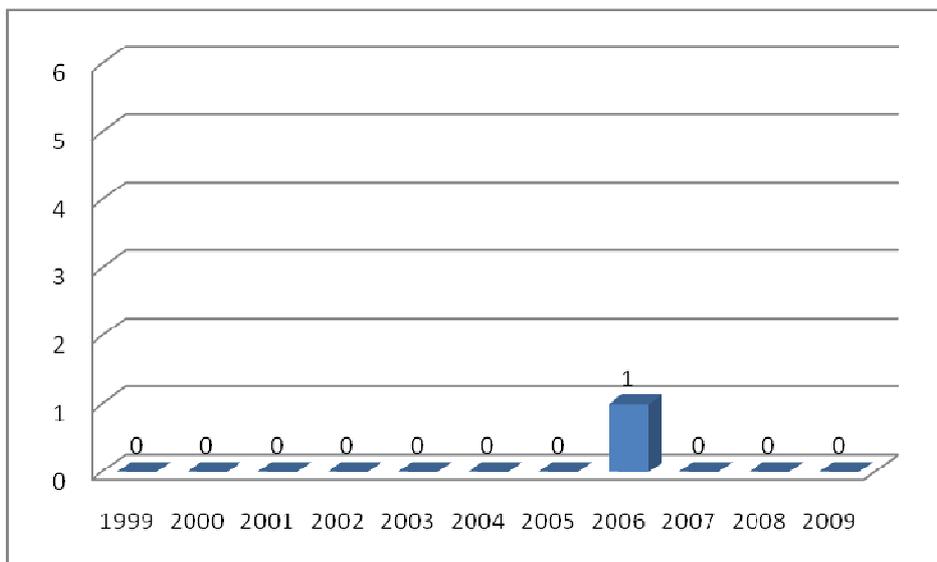


Figura 38. Publicaciones de los Grupos de Investigación a Nivel Nacional

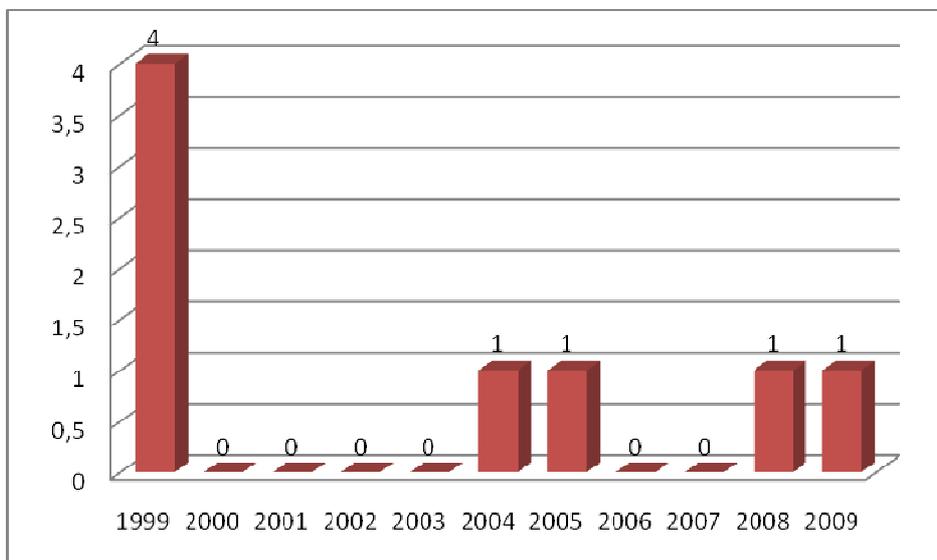
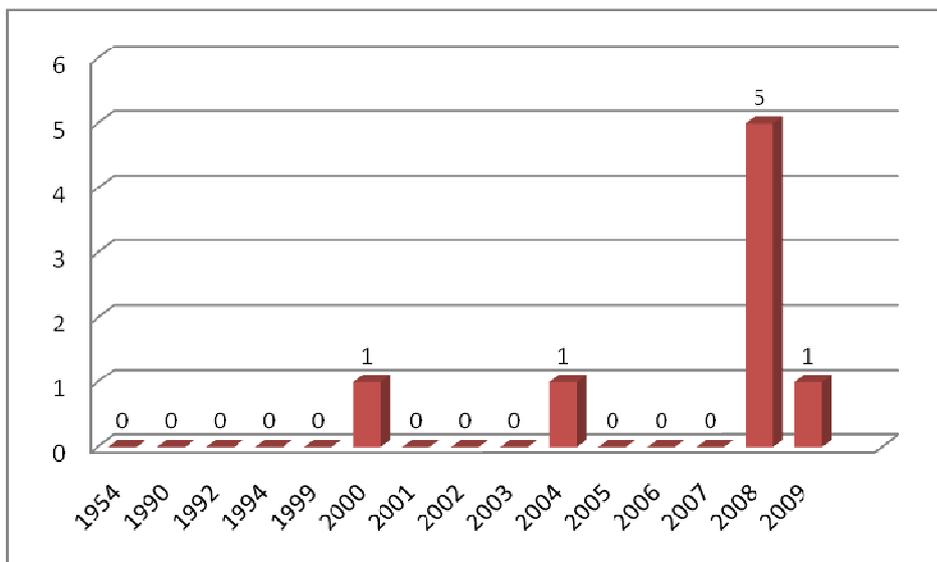


Figura 39. Publicaciones Regionales de los Grupos de Investigación



7.1.5.2 Principales Autores en este campo

En la figura 40, se incluyen los investigadores con un mayor número de publicaciones en el área. Destaca el origen europeo, en la mayoría de los casos, de sus centros de investigación.

Los cuatro primeros, Martín Tanco, María Jesús Álvarez, Laura Ilzarbe, Elizabeth Viles pertenecen al TECNUN, escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra.

Figura 40. Autores de artículos científicos

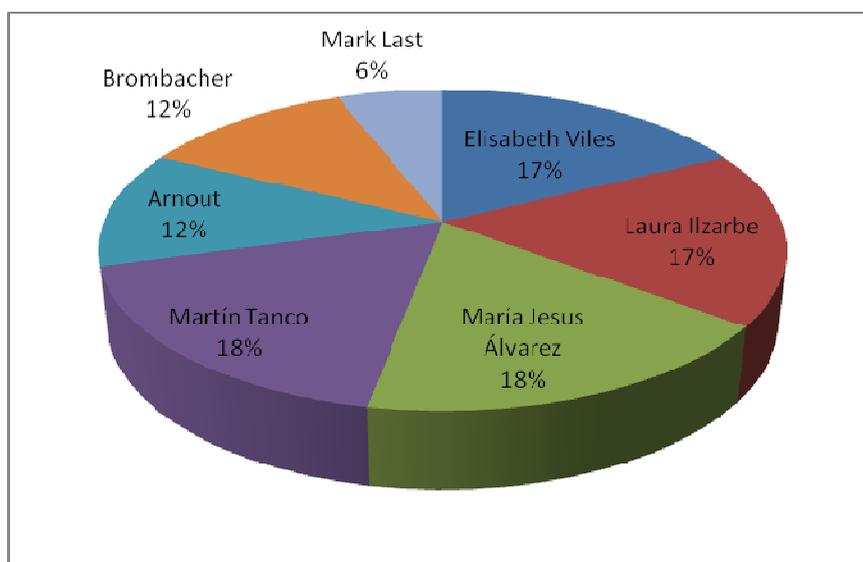


Tabla 30. Autores de Publicaciones Internacionales del Sector Industrial

Autor	Nº Publicaciones	Autor	Nº Publicaciones
Martín Tanco	3	Bradley Jones	1
Elisabeth Viles	3	Birgit Palm	1
Laura Ilzarbe	3	Jürgen G. Heinrich	1
María Jesús Álvarez	3	N. R, Parsons	1
Arnout	2	S. G, Gilmour	1
Brombacher	2	R. N, Edmondson	1

Autor	N°Publicaciones	Autor	N°Publicaciones
Mark Last	1	Jiju Antony	1
Abraham Kandel	1	V. Somasundarum	1
S. Masala	1	Craig Fergusson	1
P. Pedone	1	Pavel Blecharz	1
M. Sandigliano	1	Daniel Peña	1
D. Romano	1	B. B. Day	1
Laurie A. Williams	1	S. Nouraei	1
Robert R. Kessler	1	S. Roy	1
Ida Gremyr	1	Felipe F. Baesler	1
Martin Arvidsson	1	Eduardo Araya	1
Per Johansson	1	Francisco J. Ramis	1
Aijun Hu	1	José A. Sepúlveda	1
Jie Zheng	1	José Arnaldo Barra Montevechi	1
Taiqiu Qiu	1	Alexandre Ferreira de Pinho	1
R. Frost	1	Fabiano Leal	1
Peter Goos	1	Fernando Augusto Silva Marins	1

Tabla 31. Autores de Publicaciones Internacionales de Grupos de Investigación

Autor	N°Publicaciones
Ka-man Lai	1
I. Krange.	1
Sten Ludvigsen	1
Omero Alonso-González	1

Autor	N°Publicaciones
Margarito Zertuche-Salas	1
Fabiola Nava-Alonso	1
Alejandro Uribe-Salas	1

Tabla 32. Autores de Publicaciones sobre Cursos Teórico Práctico

Autor	N°Publicaciones	Autor	N°Publicaciones
Grigoriy A. Sereda	1	Chris Taylor	1
Jonathan Vaughan	1	Lara M. Triona	1
Penny L.. Yee	1	David Klahr	1
Adam K. Stevenson	1	Erik De Corte	1
Gregory Francis	1	Lieven Verschaffel	1
Richard Morris	1	An Van De Ven	1
Peter Childs	1	Annemarie Sullivan	1
Tom Hamilton	1	Shirley Magnusson	1
Tsang-Hsiung Lee	1	Kathleen Collins	1
Pei-Di Shen	1	Jane Cutter	1
Chia-Wen Tsai	1	Ann L. Brown	1
Paul Cobb	1	Bruce A. VanSledright	1
Qing Zhao	1	Jennifer Morrow	1
Chrystal Dean	1	Lieven Verschaffel	1
Asha K. Jitendra	1	Erik De Corte	1
Jun Oshima	1	Sabien Lasure	1
Ritsuko Oshima	1	Griet Van Vaerenbergh	1
Isao Murayama	1	Hedwid Bogaerts	1
Shigenori Inagaki	1	Elie Ratinck	1
Makiko Takenaka	1	Marcella J. Myers	1

Autor	N° Publicaciones	Autor	N° Publicaciones
Hayashi Nakayama	1	Ann B. Burgess	1
Etsuji Yamaguchi	1	Daniel Peña	1
Stephen Gorard	1	Arturo Ruiz	1
Karen Roberts	1	Damían Díez	1

Tabla 33. Autores de Publicaciones sobre Desarrollos a nivel mundial

Autor	N° Publicaciones
Verónica Cesa	2
Roberto Bisang	1
Mercedes Campi	1
Marcos Cruz	1
Steve Pike	1

Tabla 34. Autores de Publicaciones sobre Normatividad para los sectores Industriales

Autor	N° Publicaciones	Autor	N° Publicaciones
ASTM International	6	Jerry Usary	1
D. Hudoklin	1	Mehmet Karaca	1
J. Bojkovski	1	Winston K Wong	1
J. Nielsen	1	Olga Aprelikova	1
J. Drnovšek	1	Michael Fero	1
Natalia Novoradovskaya	1	Charles M Perou	1
Michael L Whitfield	1	David Botstein	1
Lee S Basehore	1	Jeff Braman	1
Alexey Novoradovsky	1	Eliexer Pérez Lozada	1
Robert Pesich	1	Nelson Falcón	1

Tabla 35. Autores de Publicaciones de Diseños de experimentos que tienen en cuenta las normas internacionales

Autor	N°Publi caciones	Autor	N°Publicaciones
Pedro Araujo	1	H. Kleines	1
Felicia Couillard	1	Erik Brostromer	1
Else Leirnes	1	Jie Nan	1
Kjersti Ask	1	Xiao-Dong Su	1
Annbjørg Bøkevoll	1	Olaf Rienitz	1
Livar Frøyland	1	Karin Roöhker	1
G. Pontikakis	1	Detlef Schiel	1
C. Papadimitriou	1	Jinghong Han	1
A. Stamatelos	1	Dietmar Oeter	1
M. Drochner	1	V.V. Flambaum	1

Tabla 36. Autores de Publicaciones Nacionales del Sector Industrial

Autor	N°Publicaciones
Carlos Alberto Cuesta Muñoz	1

Tabla 37. Autores de Publicaciones Nacionales de Grupos de Investigación

Autor	N°Publicaciones
Francisco Javier Velasco Sarria	1
Magdalena Urhan Rojas	1
Nelson Rodríguez	1

Autor	N° Publicaciones
Jorge Luis Falcón Romero	1
Javier Armando Ramírez Hidalgo	1
Néstor Caicedo	1
René Amaya Mier	1
Pedro Daniel Medina Varela	1
Rita Patricia Peña-Baena Niebles	1
Marco E. Sanjuán Mejía	1

Tabla 38. Autores de Publicaciones Regionales de Grupos de Investigación

Autor	N° Publicaciones
Juan Carlos Salazar	2
Armando Baena Zapata	2
Pedro Nel Benjumea	2
José E. Zapata	1
Germán Moreno	1
Edna J. Márquez	1
Alirio Yovany Benavides	1
John Ramiro Agudelo	1
Alexander Correa Espinal	1
Giovanni Pérez	1
Martín Darío Arango	1
Yuliana Agudelo	1
Jose Jaime Acuña Polanco	1
Fabian Moreno Ruiz	1
John Agudelo	1
Gabriel Jaime Cano	1

Autor	N° Publicaciones
Parra	1

7.1.5.3 Instituciones de origen de las publicaciones

En la figura 39, se observa como los primeros puestos pertenecen a universidades europeas, en especial, españolas, cuyos investigadores son especialmente activos en estas áreas, como se ha comprobado en el anterior punto.

Figura 41. Instituciones Internacionales de origen del DE en el sector Industrial

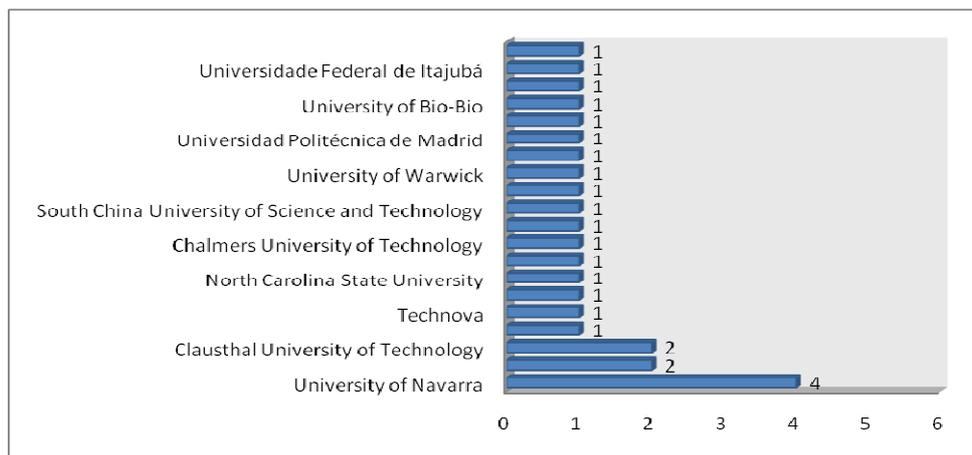


Figura 42. Instituciones Internacionales de origen de los grupos de Investigación

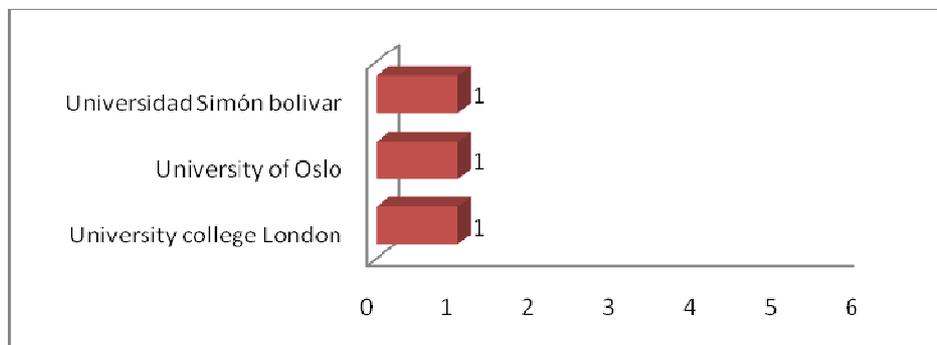


Figura 43. Instituciones Internacionales de origen de los cursos teórico práctico

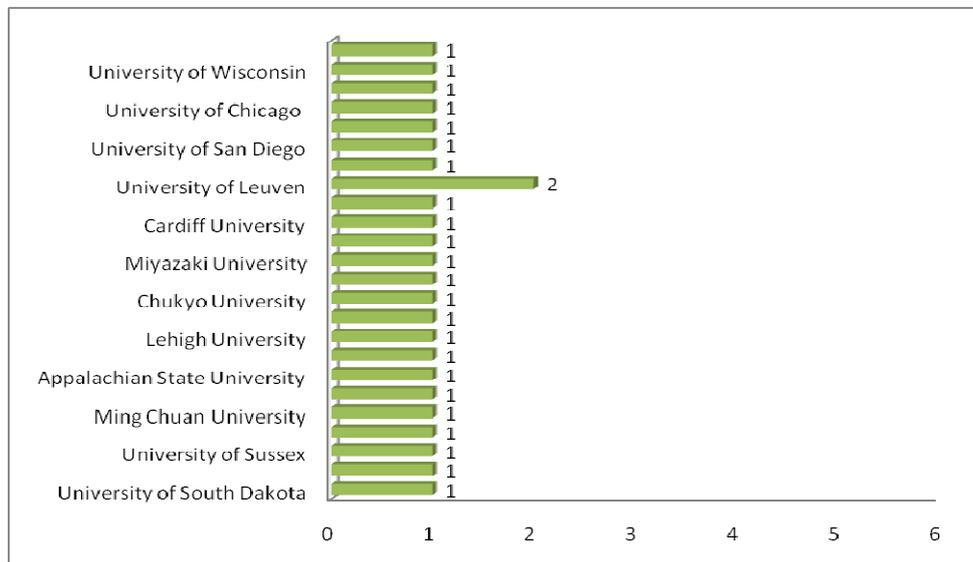


Figura 44. Instituciones Internacionales de origen de los desarrollos a nivel mundial

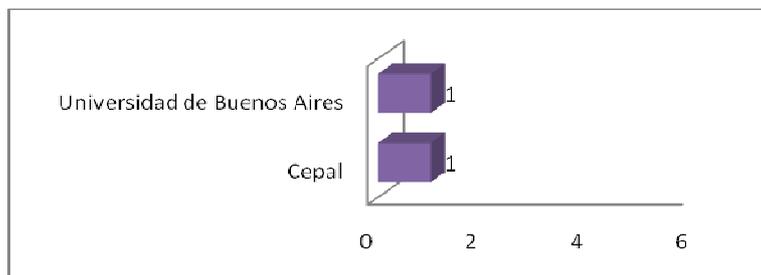


Figura 45. Instituciones Internacionales de normas para el sector Industrial

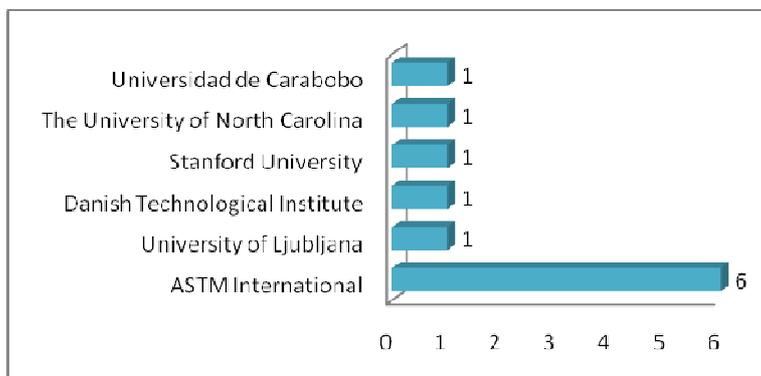


Figura 46. Instituciones Internacionales que tienen en cuenta las normas internacionales

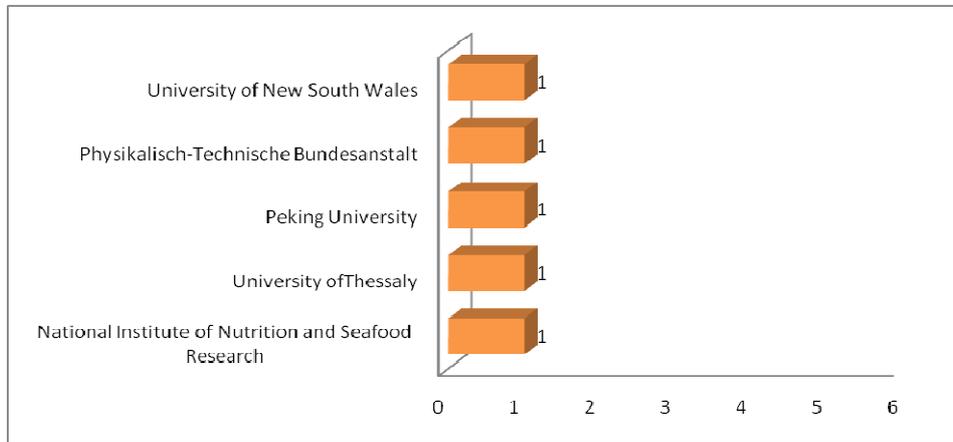


Figura 47. Instituciones Nacionales de origen del DE en el sector Industrial



Figura 48. Instituciones Nacionales de origen de los grupos de Investigación

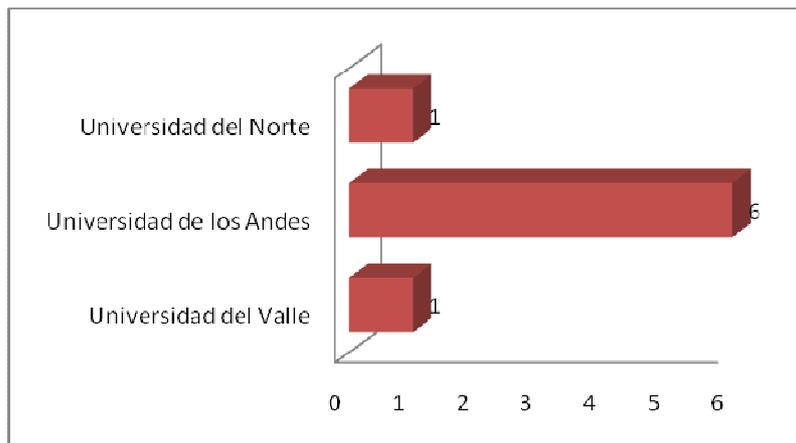
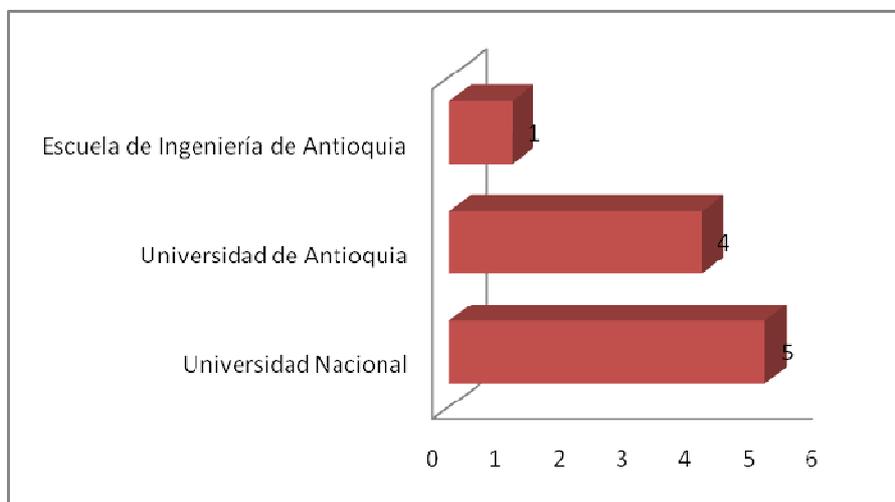


Figura 49. Instituciones Regionales de origen de los grupos de Investigación



7.1.5.4 Países de publicación

Se muestra en la figura 50, una distribución geográfica de los países de origen de las publicaciones científicas analizadas en este estudio.

Aunque se ha demostrado ya a partir de los anteriores indicadores una producción científica muy destacada en Europa, especialmente España, EE.UU. ocupa el primer lugar en este aspecto.

Se destaca la posición de España, como segunda en el ranking, por encima de países con presupuestos y tradición investigadora superiores, como China.

Figura 50. Países de publicaciones

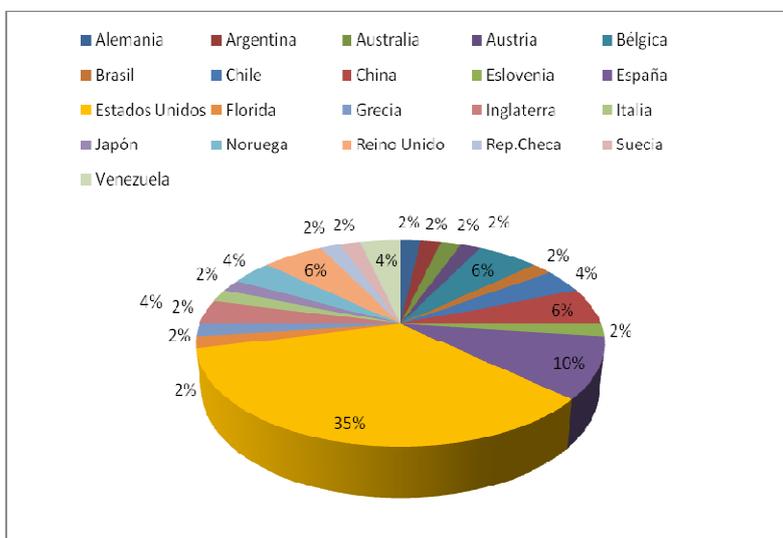


Figura 51. Internacionales del sector industrial

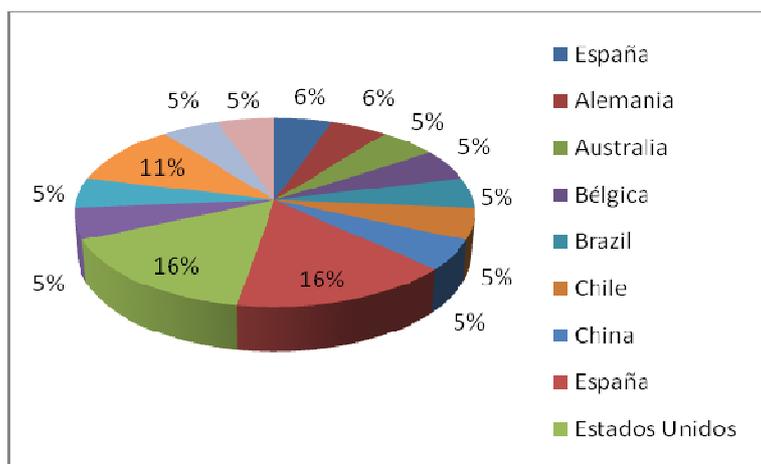


Figura 52. Internacionales de los grupos de Investigación

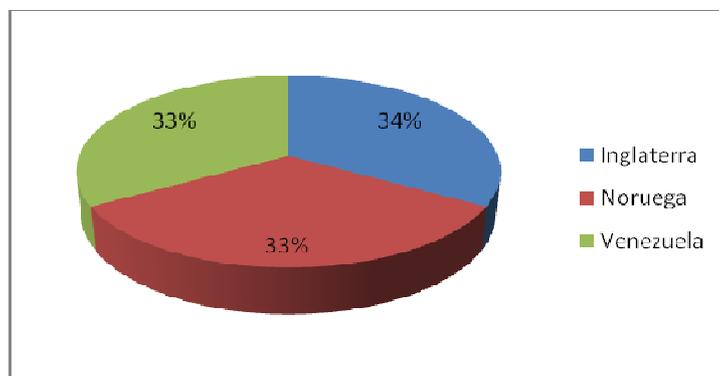


Figura 53. Internacionales de los cursos teórico práctico

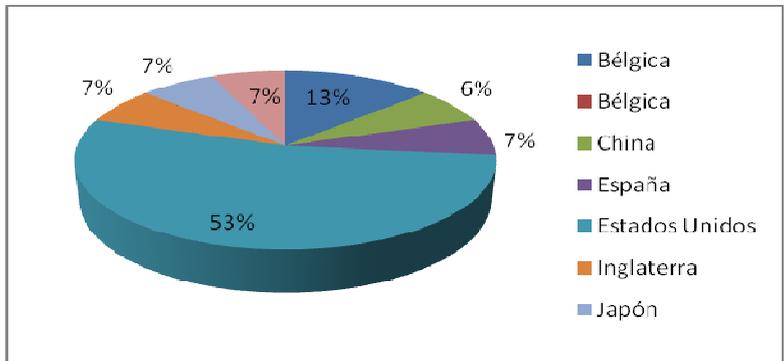


Figura 54. Internacionales de los desarrollos a nivel mundial

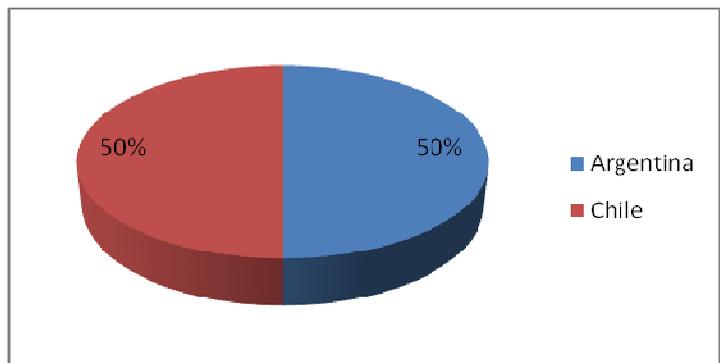


Figura 55. Internacionales de la normatividad para los sectores industriales

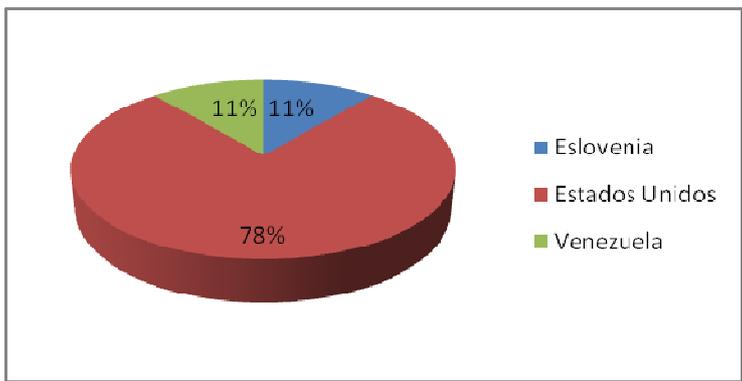
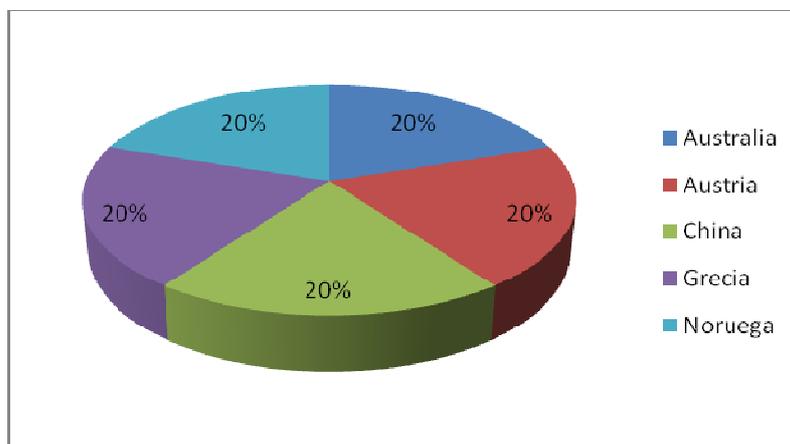


Figura 56. Internacionales de DE que tienen en cuenta la normatividad



7.1.5.5 Bases de Datos

En la figura 57 se muestra las bases de datos consultadas para la recolección de las publicaciones científicas analizadas en este estudio.

Figura 57. Base de datos consultadas para el sector industrial Internacional

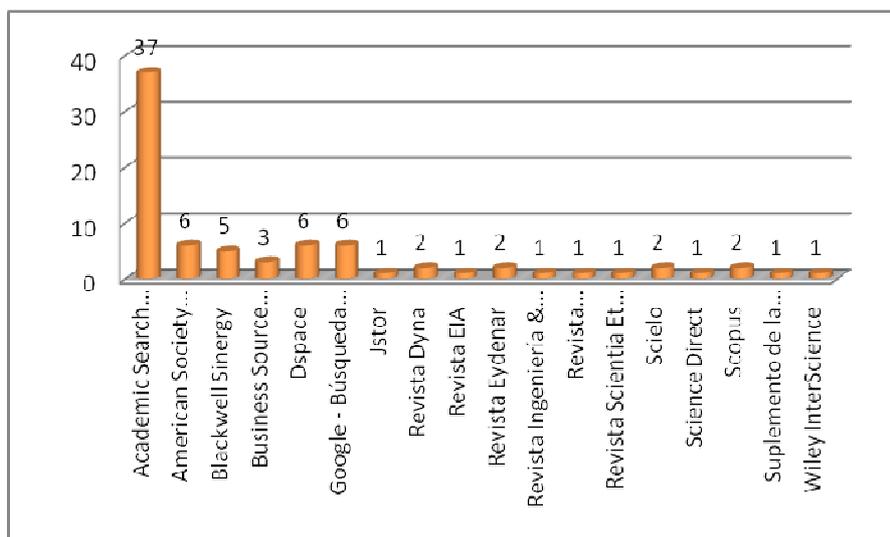


Figura 58. Sector industrial Internacional

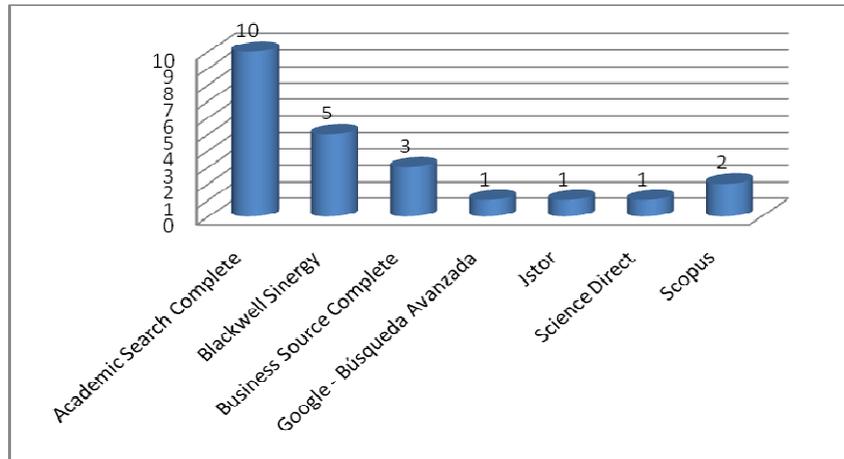


Figura 59. Grupos de investigación internacionales

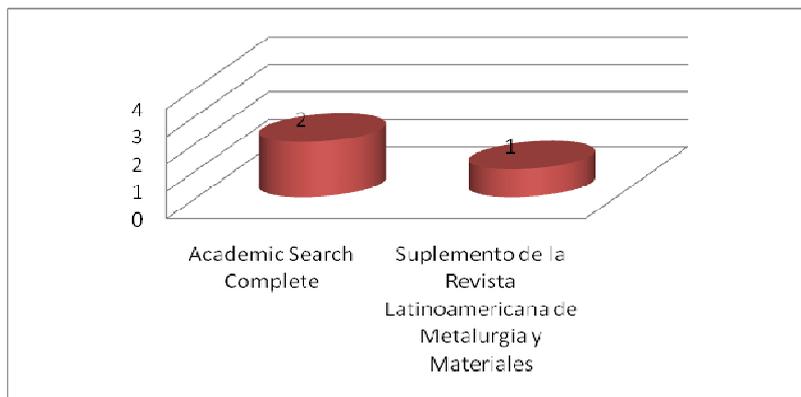


Figura 60. Cursos teórico práctico

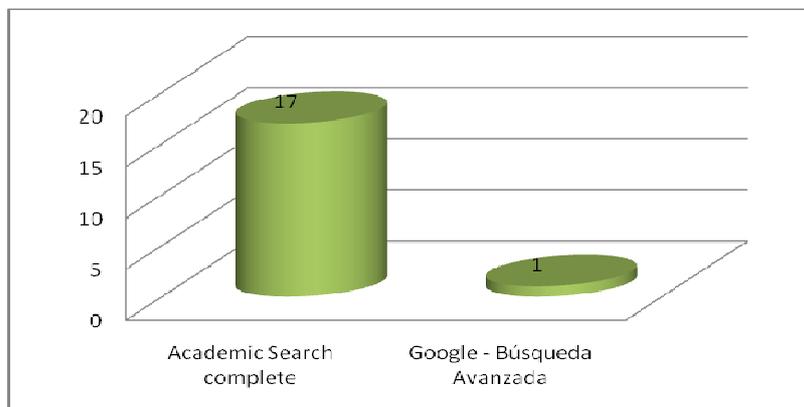


Figura 61. Desarrollos a nivel mundial

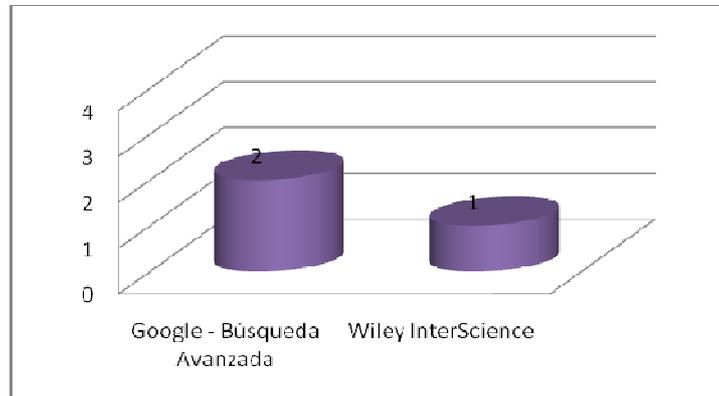


Figura 62. Normatividad de los sectores industriales

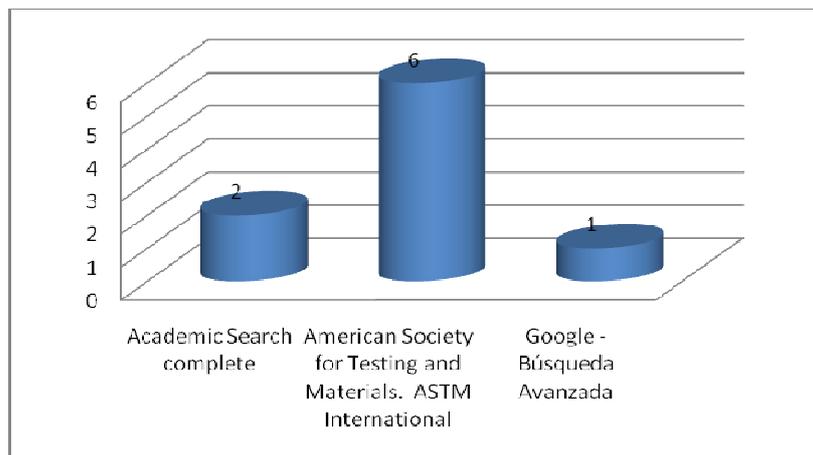


Figura 63. DE que tienen en cuenta la normatividad internacional

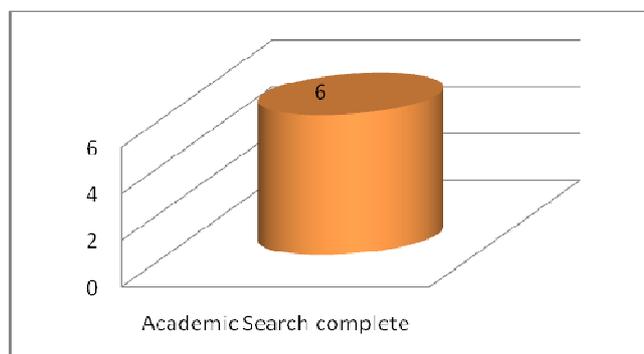


Figura 64. Sector industrial Nacional

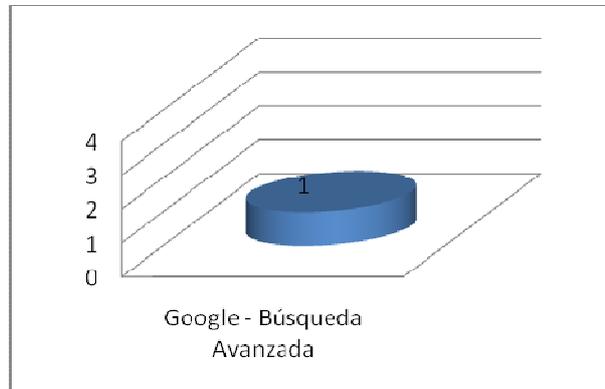


Figura 65. Grupos de investigación Nacionales

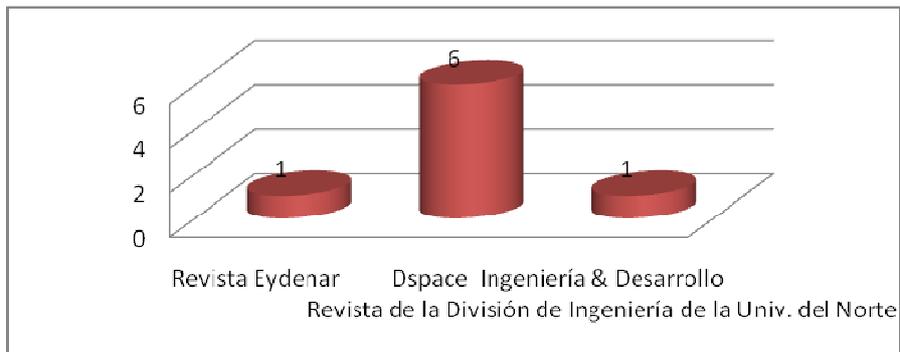
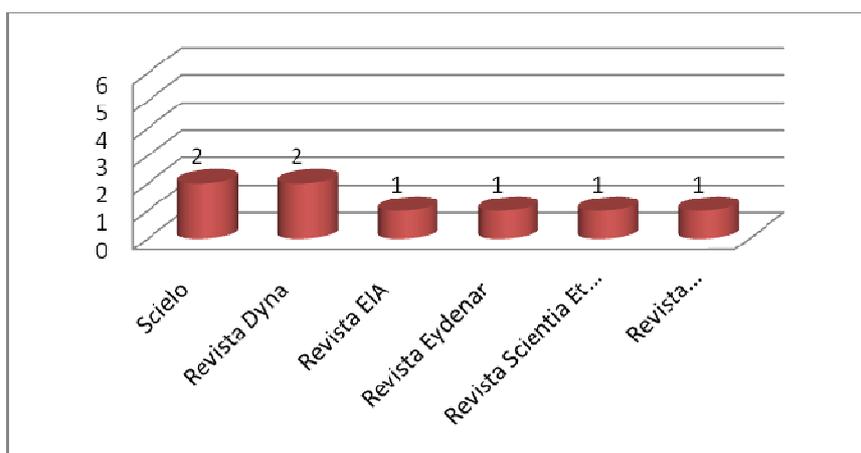


Figura 66. Grupos de investigación Regionales



7.1.5.6 Palabras clave

Se recoge, por último, en la figura 67, las principales categorías de investigación en las que se agrupan las publicaciones analizadas en el estudio.

Figura 67. Palabras clave

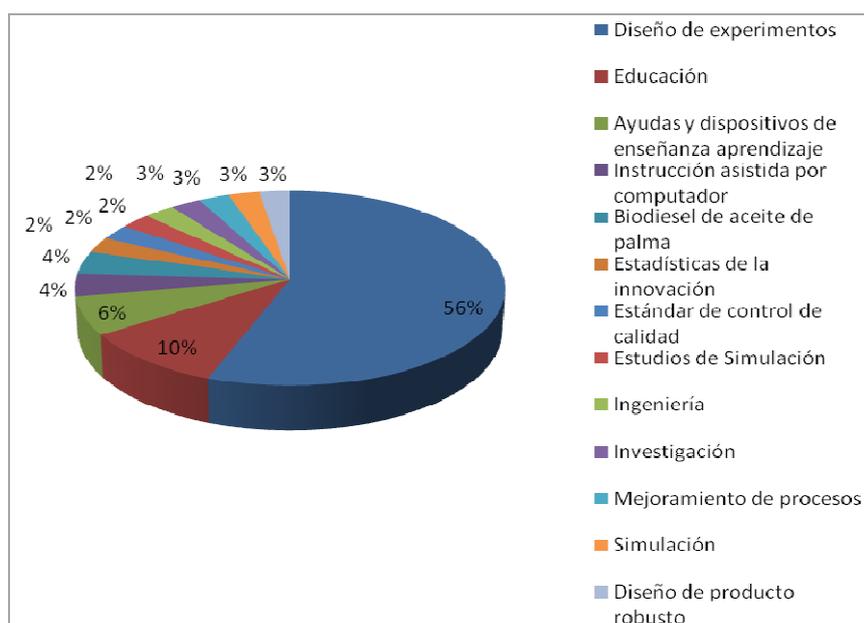


Tabla 39. Palabras claves encontradas en el sector industrial internacional

Palabra Clave	N°	Palabra Clave	N°
Diseño de experimentos	14	Industria	1
Estadísticas de la innovación	2	Industria automotriz	1
Estándar de control de calidad	2	Industria Europea	1
Simulación	2	Industria manufacturera	1
Diseño de producto robusto	2	Informática	1
Análisis de fases	1	Ingeniería Naval	1
Análisis de los medios	1	Ingeniería de Sistemas	1
Análisis de varianza	1	Investigación	1

Palabra Clave	N°	Palabra Clave	N°
Calidad de los productos	1	Metodología de diseño robusto	1
Calor - Transmisión	1	Metodología experimental	1
Circuitos integrados	1	Metodología Seis Sigma	1
Comercio de azúcar	1	Microfabricación	1
Conjuntos difusos	1	Minería de datos	1
Consumo de energía	1	Modelo de dispersión	1
Control de calidad	1	Modelo de probabilidades proporcionales	1
Control estadístico de calidad	1	Modelos de respuesta	1
Diseño INGENIERÍA	1	Múltiple optimización de la respuesta	1
Diseño robusto de parámetros	1	Óptimo diseño de parcelas	1
Diseños de matriz combinada	1	Pautas de la industria	1
Distribuciones de frecuencias	1	Procesamiento de Señales Digitales Técnicas	1
Educación Superior	1	Proceso de flocado	1
Electroquímico de grabado	1	Programación	1
Entrada-Salida de equipo de cómputo	1	Protección de los consumidores	1
Escritura directa	1	Reducción de costos de experimentación	1
Estudio empírico	1	Secuencial de experimentación	1
Evaporación	1	Software de computador	1
Experimentación	1	Superficies de respuesta	1
Experimentos de ordenador	1	Variación	1
Histograma	1	Visualización de datos	1

Tabla 40. Palabras claves encontradas en los grupos de investigación internacionales

Palabra Clave	N°
Análisis de la interacción	1
Causas y teorías de la causalidad	1

Palabra Clave	N°
Cianuros de cobre	1
Diseño arquitectónico	1
Diseño de Experimentos - DOE	1
Efluentes de cianuración	1
Enseñanza de las ciencias	1
Equipos de investigación	1
Interpretación de las construcciones de conocimiento	1
Microorganismos	1
Modelos 3D basados en computadora	1
Remoción de cobre	1

Tabla 41. Palabras claves encontradas en los cursos teórico práctico

Palabra Clave	N°	Palabra Clave	N°
Diseño de Experimentos - DOE	8	Estudio y enseñanza de las matemáticas	1
Educación	8	Evaluación del aprendizaje	1
Ayudas y dispositivos de enseñanza aprendizaje	5	Formación Continua	1
Instrucción asistida por computador	3	Herramientas de evaluación de experimentos	1
Ingeniería	2	Informática	1
Investigación	2	JAVA (lenguaje de programa de ordenador)	1
Ambiente del aula	1	Lenguajes de programación	1
Aprendizaje basado en problemas	1	Metáfora	1
Aprendizaje cognoscitivo	1	Metodología	1
Aprendizaje perceptivo	1	Métodos experimentales	1

Palabra Clave	N°	Palabra Clave	N°
Aritmética	1	Pedagogía	1
Autogestión	1	Planes de estudio	1
Basado en la Web de instrucciones	1	Potasio	1
Benceno	1	Procesos Químicos	1
Ciencia	1	Psicología cognitiva	1
Cloro	1	Recursos de red informática	1
Comprensión de lectura	1	Resolución de problemas	1
Creatividad	1	Resona	1
Desarrollo Profesional	1	Sistemas de instrucción	1
Discapacidades del aprendizaje	1	Sistemas informáticos interactivos	1
Diseño de producto	1	Sistemas multimedia	1
Diseño sostenible	1	Software de aplicación	1
Estadística	1	Tecnología educativa	1
Estireno	1	Trastornos del conocimiento	1

Tabla 42. Palabras claves encontradas en los desarrollos a nivel mundial

Palabra Clave	N°
Biotecnología	2
Arquitectura	1
Biología	1
Biología molecular	1
Ciencias experimentales	1
Cirugía	1
Desarrollo	1
Materiales biológicos	1
Medicina	1
Microbiología	1

Palabra Clave	N°
Nanoquímica	1
Química	1
Sociedad del conocimiento	1

Tabla 43. Palabras claves encontradas en la normatividad para los sectores industriales

Palabra Clave	N°
Diseño de Experimentos - DOE	6
ARN	1
Bioinformática	1
Calibración	1
Detectores	1
Didáctica	1
Diseño de Prototipos	1
Enseñanza de la Física	1
Expresión génica	1
Hibridación de ácidos nucleicos	1
Instrumentos físicos	1
Microarrays de ADN	1
Óptica	1
Redes de sensores	1

Tabla 44. Palabras claves encontradas en diseños de experimentos que tienen en cuenta las normas internacionales

Palabra Clave	N°
Análisis por cromatografía	1
Bases de datos	1
Ciencia	1

Palabra Clave	N°
Cinética de reacción	1
Cloruro de sodio	1
Convertidores automotriz	1
Cristalización	1
Cromatografía iónica	1
Diseño de Experimentos - DOE	1
Dispersión	1
Electrones	1
Genética molecular	1
Genómica	1
Impurezas anionicos	1
Interacciones débiles (física nuclear)	1
Isopentenoids	1
Modelos matemáticos	1
Neutrones	1
Partículas	1
Programas informáticos	1
Quarks	1
Sistemas de imagen	1
Teoría de control	1
Trazabilidad	1

Tabla 45. Palabras claves encontradas en el sector industrial nacional

Palabra Clave	N°
Diseño de procesos	1
Metodología de calidad	1

Tabla 46. Palabras claves encontradas en los grupos de investigación nacionales

Palabra Clave	N°	Palabra Clave	N°
Análisis de regresión	1	EWMA (Carta de control de promedio móvil exponencialmente ponderado)	1
Análisis residuales	1	Factores controlables	1
Análisis térmico	1	Factores incontrolables	1
ANOVA	1	Implementación conjunta de simulación y DOE	1
Arena	1	Interacción	1
Arreglos factoriales	1	Lodos de tratamiento de aguas residuales	1
Arreglos ortogonales	1	Manejo manual de materiales	1
Búsqueda de variables	1	Máximo peso aceptable desplazado	1
Cartas multivariadas	1	Máximo peso aceptable levantado	1
Control de calidad	1	Método sicofísico	1
Control de inventario	1	Optimización	1
Diseño económico de cartas de control	1	Optimización	1
Diseños fraccionados	1	Robustez	1
Doméstico	1	Series de tiempo	1
Efecto	1	Simulación de la producción	1
Eficiencia	1	Tecnología	1
Energía	1	Variabilidad	1

Tabla 47. Palabras claves encontradas en los grupos de investigación regionales

Palabra Clave	N°	Palabra Clave	N°
Diseño de experimentos	16	Energía de activación	1

Palabra Clave	N°	Palabra Clave	N°
Biodiesel de aceite de palma	3	Flores	1
Estudios de Simulación	2	Fraccionamiento	1
Mejoramiento de procesos	2	Lixiviación	1
Amalgama dental	1	Longitud de doblado	1
Análisis de residuales	1	Modelos lineales generalizados	1
Análisis de varianza	1	Optimización	1
Ángulo de doblado	1	Proceso de doblado	1
Aprovechamiento energético de lodos	1	Procesos estocásticos	1
Campos Magnéticos	1	Punto de fluidez	1
Colombia	1	Punto de nube	1
Combustión	1	Reactividad	1
Crecimiento de hongos	1	Regresión lineal	1
Cristalización	1	Saccharomyces cerevisiae	1
Dimensiones	1	Termogravimetría	1
Diseño factorial	1	Termogravimetría derivativa	1

7.1.6 Etapa: Comunicación

En esta etapa se planeó y desarrolló una jornada de trabajo con el Grupo de Apoyo Pedagógico – GAP del Centro de Ciencia Básica para socializar los resultados obtenidos en la etapa de análisis e inteligencia del estudio de Vigilancia Tecnológica.

El objetivo de la sesión de trabajo consistió en analizar los resultados arrojados por el estudio y formular propuestas orientadas a fortalecer la toma de decisiones y la definición de estrategias por parte de las directivas del Centro con el propósito de incluirlas dentro de los planes de acción y de mejoramiento del mismo.

Las propuestas planteadas con el apoyo del GAP son las siguientes:

1. De acuerdo a la misión del Centro de Ciencia Básica que apunta a la fundamentación científica e investigativa de los ingenieros, se hace importante y necesario darle gran relevancia a la temática Diseño de Experimentos como un componente de la investigación experimental, adicionalmente como una competencia del deber ser del Ingeniero Bolivariano.
2. La temática Diseño de Experimentos es complemento esencial dentro de las siguientes áreas del conocimiento:
 - a. Diseño y desarrollo de experimentos
 - b. Etapas del desarrollo de software
 - c. Proyectos tales como: Diseño de productos y servicios, optimización de procesos, diseño de nuevas tecnologías, innovación de producto, servicio y proceso, investigación, entre otras.
 - d. Desarrollo de maquinaria
 - e. Diseño y desarrollo de prototipos industriales
 - f. Pruebas y ensayo de procesos de ingeniería
 - g. Servicios de calibración
 - h. Servicios de mediciones
 - i. Estudios de métodos del tiempo
 - j. Embalaje
3. Mejoramiento en la formación básica disciplinar en diseño de experimentos para los ingenieros de la universidad.
4. Ofrecer servicios en las áreas de instrumentación y metrología con bases sólidas y personal capacitado e idóneo en los campos de acción requeridos y específicamente en el diseño de experimentos.

5. Implementar jornadas de capacitación y formación a profesionales en aspectos normativos del diseño de experimentos, logrando de esta manera intervenir en el diseño y revisión de las mismas, con el objetivo de brindar apoyo empresarial.
6. Establecer alianzas estratégicas con la universidad, empresa, estado, cumpliendo satisfactoriamente con el modelo triple hélice (UEE) y brindando oportunidades a los profesionales de la Escuela de ingenierías.
7. Creación y fortalecimiento de líneas de investigación que apunten a la temática Diseño de Experimentos.
8. Brindar servicios a la comunidad universitaria en las áreas de física, estadística, diseño experimental, simulación, entre otras temáticas que requieran del insumo de diseño de experimentos.
9. Cualificar a profesionales en el diseño de experimentos.
10. Ofrecer cursos teórico-prácticos orientados a la enseñanza-aprendizaje del diseño de experimentos.
11. Aplicación de la metodología de vigilancia tecnológica a temáticas de mayor envergadura para el Centro y la Escuela de Ingenierías, logrando estructurar propuestas estratégicas para los planes de acción y de mejoramiento institucional.
12. Incrementar la demanda de diseño de experimentos en los grupos de investigación.

13. Crear un área de investigación, desarrollo e innovación - I+D+i en diseño de experimentos, con el objetivo de descubrir nuevos conocimientos y una mejor comprensión en el ámbito científico y tecnológico. Adicionalmente, buscar la aplicación de los resultados encontrados para la fabricación de nuevos productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como la mejora e innovación tecnológica sustancial de materiales, productos o sistemas preexistentes.

14. Incentivar el nivel de publicaciones científicas de artículos en revistas indexadas, en instituciones de reconocimiento nacional e internacional, logrando posicionar la universidad y dar auge al diseño de experimentos implementado en el Centro pero poco visualizado en el mercado.

15. Articular los ejercicios de prospectiva tecnológica y estratégica con los de vigilancia tecnológica para incrementar el nivel de estrategias y propuestas encaminadas al mejoramiento continuo del centro y de cada una de sus áreas, identificando los avances científicos y tecnológicos en materia de educación e industria.

8 CONCLUSIONES

El sistema del Centro de Ciencia básica puede ser estudiado a partir del comportamiento de sesenta y una (61) variables, consideradas como importantes para su desarrollo.

Simplificando este sistema, se identificaron veintiuna (21) variables estratégicamente prioritarias, debido a que su mejoramiento puede impactar positivamente todo el sistema, a través de las relaciones existentes y a su alto nivel de influencia identificado, a saber: Dotación de equipos, Medios electrónicos, Inversión en laboratorios, Implementación, Capacidad de innovación, Aportes de la docencia, Integración de la docencia con la investigación y la extensión, Investigación, Interdisciplinariedad, Estudios de Postgrado, Investigación Básica, Apropiación, Idoneidad, Pertinencia, Competencia, Contexto interno, Contexto externo, Relación con facultades, Planeación curricular, Flexibilidad curricular y Metas de gestión.

El plan de desarrollo estratégico del Centro de Ciencia Básica puede formularse a partir del mejoramiento de cinco (5) ejes estructurales, formulados a partir de las variables: Infraestructura Tecnológica, Investigación e Innovación, Contexto, Extensión Académica y Gestión Administrativa.

El sistema estructural del Centro de Ciencia tiene alta influencia, donde el 87% de las variables que conforman el sistema están en los cuadrantes superiores, lo que representa que las variables están estrechamente relacionadas.

Este hallazgo se evidenció nuevamente al estudiar la probabilidad de los escenarios de los cinco ejes, arrojando que los más probables al 2020 son el optimista (todos los ejes estarán buenos) seguido del pesimista (ningún eje estará bueno), con sus respectivas probabilidades.

El Centro de Ciencia básica deberá concentrar sus esfuerzos para conseguir que en el año 2020 los cinco ejes estén en un estado bueno, lo cual no es solamente el escenario apuesta, sino a la vez el optimista y el más probable. Para lograrlo, es fundamental validar, priorizar, planear, ejecutar y actualizar las veintidós (22) estrategias tecnológicas propuestas en este estudio.

Las temáticas prioritarias del área de Química tanto académica como investigativamente son las siguientes: Análisis Instrumental, Química Analítica I-II, Cinética química, Equilibrio en soluciones acuosas, Electroquímica, Carbohidratos, Química de Proteínas, Gases, Química Ambiental y Química Orgánica I-II-III.

Otro aspecto importante consultado a los expertos en la primera ronda del ejercicio Delphi, tiene que ver con la planeación curricular de los programas de ingeniería y la participación porcentual de los créditos de formación en ciencias básicas (Física, Química y Matemáticas). En esta parte del estudio se encontró que aunque existe una tendencia aún no muy fuerte, pero creciente, a la disminución del tiempo de preparación de los ingenieros, para la mayoría de los expertos es conveniente que el tiempo de duración de los programas de Ingeniería se mantenga en diez (10) semestres (estos expertos representan el 75% de la muestra) y que los créditos de Ciencia Básica continúen entre el 25% y 35%, sin embargo se presenta una cantidad significativa de expertos que corresponde al 28% de los encuestados que sugieren que los créditos de Ciencia Básica en un programa de ingeniería deben crecer hasta ocupar el 40% de los créditos de la carrera. Adicionalmente se sugiere que los cursos de Ciencia Básica puedan ser actualizados con una periodicidad superior a dos (2) años, teniendo en cuenta

que la evolución de los cursos de Ciencia Básica no evolucionarán radicalmente, pero si se presentaran cambios significativos en las temáticas, estructuras y herramientas de enseñanza.

Aplicación de la metodología de vigilancia tecnológica a temáticas de mayor envergadura para el Centro y la Escuela de Ingenierías, logrando estructurar propuestas estratégicas para los planes de acción y de mejoramiento institucional.

Incrementar la oferta de diseño de experimentos en los grupos de investigación.

Crear un área de investigación, desarrollo e innovación - I+D+i en diseño de experimentos, con el objetivo de descubrir nuevos conocimientos y una mejor comprensión en el ámbito científico y tecnológico. Adicionalmente, buscar la aplicación de los resultados encontrados para la fabricación de nuevos productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como la mejora e innovación tecnológica sustancial de materiales, productos o sistemas preexistentes.

Incentivar el nivel de publicaciones científicas de artículos en revistas indexadas, en instituciones de reconocimiento nacional e internacional, logrando posicionar la universidad y dar auge al diseño de experimentos implementado en el Centro pero pocamente visualizado en el mercado.

De acuerdo a la misión del Centro de Ciencia Básica que apunta a la fundamentación científica e investigativa de los ingenieros, se hace importante y necesario darle gran relevancia a la temática Diseño de Experimentos como un componente de la investigación experimental, adicionalmente como una competencia del deber ser del Ingeniero Bolivariano.

9 RECOMENDACIONES

Incluir en las futuras rondas Delphi a expertos internacionales y de la industria, manteniendo las bases de datos o de conocimiento de expertos que apoyen estos procesos de investigación.

Aprovechar la participación en congresos, seminarios, eventos para actualizar la lista de expertos potenciales para los futuros estudios Delphi.

Incluir en el presupuesto de proyectos de prospectiva basados en estudios Delphi, un rubro para realizar un evento inicial con el grupo de expertos para la conformación del panel, incluir la logística adecuada (por ejemplo, un desayuno), presentarles el proyecto, el objetivo de su participación y explicarles el método. A los participantes internacionales, buscar algún tipo de retribución académica, como invitaciones a participar en eventos, foros, seminarios organizados por el Centro.

Las actualizaciones de los estudios Delphi realizados, deben realizarse periódicamente, divididos en cada una de las áreas de conocimiento. Sin embargo, se identificaron temáticas interdisciplinarias que requieren establecer nuevas estrategias para la conformación de un panel adecuado.

En el área de la Química, se identificaron nuevas temáticas teniendo en cuenta su gran importancia en el desarrollo empresarial, profesional y futuro de la misma en el mercado regional, departamental y nacional.

Es importante revisar el plan estratégico del programa con el fin de incluir en él los objetivos y estrategias que han surgido a través de este estudio. Esta labor debe ser asignada al comité de currículo del programa con el fin de verificar su cumplimiento y actualización de acuerdo a los cambios que presente el medio.

Realizar planes de acción en pro del cumplimiento de las metas e indicadores propuestos para y por el Centro de Ciencia Básica de la Escuela de Ingeniería.

Aprovechar al máximo la Red Regional de Antioquia - RUANA tal y como se plantea en su objetivo, contribuyendo al desarrollo integral del país mediante el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo, de contenidos educativos en modalidad virtual con alta calidad y de servicios a través de una red de alta velocidad compartida por los diferentes entes académicos.

Aunque se logró realizar un estudio prospectivo inicial para el Centro de Ciencia Básica de la Escuela de Ingenierías, es necesario dejar en claro que éste fue desarrollado en su mayoría por expertos que laboran en la región de Antioquia ya que por falta de recursos tanto técnicos (contactos efectivos) como económicos, no se contó con expertos de importancia a nivel nacional, generando la necesidad de proponer un proyecto que pueda asegurar expertos nacionales, sin embargo, este proyecto debe ser formulado una vez se cuenten con contactos más concretos, implementando las llamadas redes de contactos manejadas e implementadas por las misma Red RUANA y otras instituciones con las cuales se pueden buscar alianzas interinstitucionales, regionales, nacionales e internacionales.

Realizar procesos de vigilancia tecnológica, donde podamos llevar seguimiento periódico de artículos científicos, publicaciones, patentes, propiedad intelectual; dentro de los grupos de investigación del Centro y de la misma Universidad.

Mejoramiento en la formación básica disciplinar en diseño de experimentos para los ingenieros de la universidad.

Ofrecer servicios en las áreas de instrumentación y metrología con bases sólidas y personal capacitado e idóneo en los campos de acción requeridos.

Implementar jornadas de capacitación y formación a profesionales en aspectos normativos del diseño de experimentos, logrando de esta manera intervenir en el diseño y revisión de las mismas, con el objetivo de brindar apoyo empresarial.

Establecer alianzas estratégicas con la universidad, empresa, estado, cumpliendo satisfactoriamente con el modelo triple hélice (UEE) y brindando oportunidades a los profesionales de la Escuela de ingenierías.

Creación y fortalecimiento de líneas de investigación que apunten a la temática Diseño de Experimentos.

Brindar servicios a la comunidad universitaria en las áreas de física, estadística, diseño experimental, simulación, entre otras temáticas que requieran del insumo de diseño de experimentos.

Cualificar a profesionales en el diseño de experimentos.

Ofrecer cursos teórico-prácticos orientados a la enseñanza-aprendizaje del diseño de experimentos.

Articular los ejercicios de prospectiva tecnológica y estratégica con los de vigilancia tecnológica para incrementar el nivel de estrategias y propuestas encaminadas al mejoramiento continuo del centro y de cada una de sus áreas, identificando los avances científicos y tecnológicos en materia de educación e industria.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA - ACOFI. Revisión y consolidación de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba correspondiente a los ECAES de Ingeniería. [en línea]. Bogotá, abril de 2010 [consulta: 22 de mayo 2010]. Disponible en: <http://www.acofi.edu.co/portal/documentos/resumen_ejecutivo_objeto_de_estudio.pdf>

ARANGO ALZATE, Sandra Bibiana; ALVAREZ LÓPEZ, Natalia y MARTÍNEZ RUÍZ, Juan David. Análisis de juego de actores para el estudio prospectivo de los servicios públicos domiciliarios (energía, gas natural y agua), para usuarios de bajos recursos (estratos 1, 2 y 3) del Valle de Aburrá, hacia el año 2015. Trabajo de grado. Antioquia: Universidad Pontificia Bolivariana. 2008.

ARBOLEDA, Jaime. Estrategias para la cadena textil - confección en Antioquia: enfoque prospectivo. 5 Ed. Medellín: Serie Formación Avanzada Universidad Pontificia Bolivariana, 1995. 144 p.

ASTIGARRAGA, Eneko. La función Prospectiva en la empresa: apuntes de prospectiva para el módulo de dirección estratégica. Mundaiz [en línea]. Junio-septiembre, 2003, no. 12. [Consulta: 15 de abril 2009]. p. 4-14. Disponible en: <http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sept_29/Metodo_delphi.pdf>

BALARAMAN, Shakuntala y VENKATAKRISHNAN, K. Identifying Engineering Education Goals and Priorities for the Future: an experiment with the Delphi Technique. Ed. Amsterdam: Higher Education, 1980, 53-67 p.

BARBIERI MASINI, Eleonora, ¿por qué los estudios de futuro?, Inglaterra, Ediciones: Grey Seal Libros, 1994. 87 p.

BAS, Enric. Prospectiva: herramientas para la gestión estratégica del cambio. Barcelona, 1999.

BORDOGNA, Joseph. El ingeniero del futuro, El integrador maestro. En: National Science Foundation, CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA (1995: Saint Paul, Minnesota). Santafé de Bogotá: ACOFI, 1996. p. 7- 12.

BORRERO C., Alfonso. Prospectiva Universitaria. Tablero, En: Revista del Convenio Andrés Bello. Diciembre, 1992, No. 45, p. 18- 38.

BUCHELI G, Víctor A y GONZÁLEZ O, Fabio A. Herramienta informática para vigilancia tecnológica-VIGTECH, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [en línea]. [consulta: 20 Feb. 2009]. Disponible en: <http://pisis.unalmed.edu.co/avances/archivos/ediciones/Edicion%20Avances%202007%201/15.pdf>

BUILES RESTREPO, Carlos Alberto y MANRIQUE HENAO, Jorge Alonso. Las prioridades investigativas en ingeniería mecánica: un estudio prospectivo en Antioquia - Medellín, 2000. Trabajo de grado Ingeniería. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de Ingenierías. Facultad de Ingeniería Mecánica, 2000, 58 p.

CASTELLANOS DOMÍNGUEZ, Oscar F.; LEÓN LÓPEZ, Andrés Mauricio y MONTAÑEZ FRANCO, Víctor M. Tendencias actuales en el entendimiento de la Vigilancia Tecnológica como instrumento de inteligencia en la organización. [en línea]. 2009. [Consulta: 15 de mayo 2009]. p. 2-15. Disponible en: <<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/eventos/index/assoc/HASH49bb.dir/doc.pdf>>

CASTILLA, Adolfo. Construcción de Escenarios mediante integración de Técnicas de Prospectiva: Delphi, Impactos Cruzados, y Modelización en Ordenador. En: Revista de Alta Dirección, 1988. p. 32-48.

COLCIENCIAS. Conocimiento y competitividad. 1 Ed. Santafé de Bogotá: Programa Nacional de Ciencia y Tecnología. Editores: Tercer mundo, 1993. 262 p.

COLCIENCIAS. Plan estratégico de los sistemas de información científica y tecnológica. 2 Ed. Santafé de Bogotá: PESICT. Junio, 1995. 53 p.

COLCIENCIAS. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (jun. 1995). Por la cual se crea la Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico. Santafé de Bogotá: 1995. 29 p.

CONPES. Departamento Nacional de Planeación. (Nov. 1994). Por la cual se crea la Política Nacional de Ciencia y Tecnología. Santafé de Bogotá, 1994. No. 2739. 20 p.

CORREA. Edgar. La Prospectiva Estratégica como instrumento de cambio. [en línea]. [consulta: 28 de Enero 2009]. Disponible en:<<http://www.edgarcorrea.com/>>

DALKEY, Norman y HELMER, Olaf. An experimental application of the Delphi Method to use of experts. En: Revista Ciencia de la Administración. 1963, Vol. 9, No. 4, 459 p.

DE JOUVENEL, Hugues. Prospectiva de la ingeniería y su vinculación con la sociedad, Ciudad de México. En: Revista Futuribles. 1992. 45 p.

DE MOSQUERA, Inés. Destino Colombia: Planeación Prospectiva por Escenarios. [en línea]. [consulta: 10 Junio 1999]. Disponible en: <<http://destinocolombia.norma.net/abajo.htm>>

ECHARRI, José Miguel. Instituto de Prospectiva Estratégica. [en línea]. [consulta: 02 de Febrero 2009]. Disponible en: <<http://www.prospecti.es/ipeframe.htm>>

ESCOBAR, John; MOSQUERA, Clara y PERDOMO, Wilder. Estudio Prospectivo del Centro de Ciencia Básica 2020. Trabajo de grado Ingenierías. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingenierías. Maestría en Gestión Tecnológica, 2009, 185 p.

ESCORSA CASTELLS, Pere y VALLS, Jaume. Manual de gestión e innovación tecnológica en la empresa. 1 Ed. Santiago: Ediciones CINDA - AECl, 1997. 338 p.

GABIÑA, Juanjo. El futuro revisitado. 1 Ed. Barcelona: Ediciones Alfaomega-Marcombo, 1996. 417 p.

GABIÑA, Juanjo. Prospectiva y planificación territorial. 1 Ed. Santafé de Bogotá: Ediciones Alfaomega- Marcombo, 1999. 182 p.

GARCÍA, Pedro Nel. Plan de Ordenamiento Académico de la Educación Superior en la Costa Atlántica. En: Revista Primer encuentro Iberoamericano de estudios prospectivos- Universidad de la Sabana, 1997, p. 87-100.

GEPPERT, Linda and MURRAY, Slovic. Educating the renaissance Engineer. En: Revista IEEE SPECTRUM. Septiembre, 1995, p. 39 - 43.

GODET, Michael y otros. Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica, 4ta. Edición, [en línea]. [consulta: 20 de Agosto 2008]. Disponible en: <<http://www.cnam.fr/lipsor/lips/conferences/data/bo-lips-esp.pdf>>

GODET, Michel. De la anticipación a la acción: Manual de prospectiva y estrategia, Ediciones: Alfaomega- Marcombo, 1993.

GÓMEZ SARDIÑAS, Yiliam y MARTÍN, Blanca E. Estudio Prospectivo de la Biotecnología en Cuba. [en línea]. [consulta: 3 de Diciembre 2008]. Disponible en: <<http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/sardinas1311202.pdf>>

GUPTA, Uma y CLARKE, Robert. Theory and Applications of the Delphi Technique: a Bibliography (1975-1994). En: Technological Forecasting and Social Change. New York, 1996, No. 53, p. 185-211.

GUTIERREZ, Luis Jaime. Las prioridades investigativas en Ingeniería Informática: un estudio prospectivo en Antioquia - Medellín. Trabajo de grado ingenierías. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingenierías. Maestría Gestión Tecnológica, 2008.

ICFES y ACOFI. Documento desarrollado en el marco del Convenio 440 de 2009 entre ACOFI y el ICFES. Por el cual se revisa y consolida la fundamentación

conceptual y especificaciones de prueba correspondiente a los ECAES de Ingeniería. Bogotá, 2010.

ESPAÑA. INSTITUTO DE LA INGENIERÍA. El Método Delphi. [en línea]. [consulta: 05 de Junio 1998]. Disponible en: <<http://borneo.gt.ic.ssr.upm.es/encuestas/>>

KONOW, Irene y PÉREZ, Gonzalo. Métodos y técnicas de investigación prospectiva para la toma de decisiones. Santiago: Ediciones Fundación de Estudios Prospectivos (FUNTURO), U. de Chile, 1990. 45 p.

LABBÉ, Cristián. Elementos básicos sobre prospectiva y su aporte al proceso de toma de decisiones. En: Revista del Instituto de Ciencia Política de la Universidad de Chile. 1983.

LANDETA, Jon. El método Delphi una técnica de previsión para la incertidumbre. Barcelona, 1999.

LARREINA, S; HERNANDO, S. y GRISALEÑA D. La evolución de la inteligencia competitiva: un estudio de las herramientas cuantitativas. Barcelona-España: EMECOM Consultores. 2006.

LEÓN ALIZ, Tamara. Diseño e implementación de un Sistema de Vigilancia Tecnológica en una empresa de escasos recursos. [en línea]. [consulta: 13 de Febrero 2009]. Disponible en: <<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/eventos/index/assoc/HASH6393.dir/doc.pdf>>

LINSTONE, Harold y TUROFF, Murray. The Delphi method: Techniques and applications. London: Ediciones Addison - Wesley, 1975. 620 p.

MALAVAR R, F. y VARGAS, M. Vigilancia tecnológica y competitividad sectorial: Lecciones y resultados de cinco estudios. Trabajo de grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2007.

MANUAL DE FRASCATI. Medición de las actividades científicas y tecnológicas, propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. En: Revista Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, 1993.

MARÍN, E. El futuro del petróleo como fuente de energía. En: Revista de Ingeniería Química - ISSN 0210-2064, 2005, N° 430, p. 60-65.

MEDINA, J. SÁNCHEZ TORRES, Jenny Marcela, et al. Ocho experiencias de vigilancia tecnológica en el contexto Colombiano: Metodología, resultados e implicaciones para Colciencias. En: Revista I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación. 2008.

MEDINA VÁSQUEZ, Javier. Programa Ciudadano 'el Cali que queremos', o el difícil arte de hacer prospectiva. En: Revista Primer Encuentro Iberoamericano de Estudios Prospectivos (Universidad de la Sabana). 1997. p. 105-116.

MIGNOGNA R. P, Competitive Intelligence [en línea]. [consulta: 30 de Abril 2009]. Disponible en: <<http://www.chewy.gatech.edu/t2s/index/html>>

MIKLOS, Tomás y TELLO, María Elena. Planeación prospectiva: una estrategia para el diseño del futuro. México D.F: Editores Centro de estudios prospectivos de la fundación Javier Barros Sierra, a.c. y Limusa Noriega, 1995. 201 p.

MOJICA SASTOQUE, Francisco. La prospectiva: Técnicas para visualizar el futuro. Santafé de Bogotá: Ediciones Legis, 1991. 144 p.

MOJICA, Francisco J. La educación superior del siglo XXI. Seminario Taller de Prospectiva. Medellín: ICFES- CRES de Occidente- Politécnico Jaime Isaza Cadavid. 1997, 30 p.

MOJICA, Francisco José. Análisis del siglo XXI: Concepto de Prospectiva, Escenarios y Tendencias que permiten hacer un examen del próximo siglo. Bogotá: Ediciones Alfaomega, 1998.

MORALES, J.G.; RODRÍGUEZ CLEMENTE, Rafael y PASCUAL, C. Domingo. La cristalización: pasado, presente y futuro. En: Revista de la Real Sociedad Española de Historia Natural, sección geología - ISSN 0583-7510, 2002, Vol. 97, No. 1-4, p. 17-25.

MORCILLO, P. Vigilancia e inteligencia competitiva: fundamentos e implicaciones. En: Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología VIGILANCIA TECNOLÓGICA. Junio-Julio, 2003, No. 17.

OÑATE MARTÍNEZ, Norma Lourdes. La Habana hacia el 2000. PRIMER ENCUENTRO IBEROAMERICANO DE ESTUDIOS PROSPECTIVOS. En: Revista de Ponencias del Primer Encuentro Iberoamericano de Estudios Prospectivos, Universidad de la Sabana. 1997, p. 127- 149.

OBSERVATORIO DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA INDUSTRIAL (OPTI) Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial: Futuro Tecnológico en el horizonte del 2015. Miner. Madrid, 1999.

ORTEGÓN, Edgar y MEDINA, Javier. Prospectiva: Construcción social del futuro, Santiago de Cali - Universidad del Valle – ILPES. 1997, p.13- 21.

OSLO. Manual de Oslo. 2 Ed. Paris: OECD, 1996. 91 p.

PALOP, Fernando y SÁNCHEZ, Jenny Marcela. Ciclo de la Inteligencia competitiva o Vigilancia Tecnológica - Madrid. 2002.

PALOP, Fernando y SÁNCHEZ, Jenny Marcela. Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva: Su potencial para la empresa española. En: COTEC, Madrid, 1999.

PINEDA V, José F. Bases para el estudio de prospectiva académica del programa de gestión tecnológica. En: Biblioteca Universidad Pontificia Bolivariana. 2004.

POVEDA RAMOS, Gabriel. La evolución industrial de América Latina. En: Revista ANDI. 1981, No. 53, p. 25 - 36.

POVEDA RAMOS, Gabriel. Minas y mineros de Antioquia, En: Banco de la república, departamento editorial, Colección Banco de la República. 1981, 175 p.

POVEDA RAMOS, Gabriel. El Desarrollo Tecnológico y su incidencia en el Desarrollo del país. En: Biblioteca Universidad Pontificia Bolivariana - Maestría en Gestión Tecnológica, Medellín, Ed. Mimeo, 1996, 6 p.

PROSPECTIVA EDUCATIVA DEL VALLE DEL CAUCA. Resumen ejecutivo. Cali: Programa de Prospectiva, Universidad del Valle e Instituto de estudios del Pacífico, 1997.

RESTREPO G., Francisco. Ciencia y tecnología en Colombia de cara al siglo XXI: Proyecto prospectivo Antioquia siglo XXI, Fundación Proantioquia. Medellín Ediciones Mimeo, 1993. 54 p.

RESTREPO G., Francisco. Curso introductorio a la prospectiva, Medellín. En: Comfama- Proantioquia, 1995, 30 p.

RESTREPO G., Francisco. Prospectiva tecnológica, Módulo introductorio. En: Universidad Pontificia Bolivariana- Maestría en gestión tecnológica, Medellín. Ed. Mimeo, 1995, 64 p.

RESTREPO G., Francisco G. Perspectivas de las facultades de ingeniería hacia el futuro. En: Revista Asamblea General de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Bogotá, 1998, 72 p.

RESTREPO TORO, Hernando. La educación superior. Historia de Antioquia. 1 Ed. Medellín: Editorial Presencia Ltda, suramericana de seguros, 1988. p. 367-372.

RESTREPO YUSTI, Manuel. Historia de la industria. Historia de Antioquia, 1 Ed. Medellín: Editorial Presencia Ltda., suramericana de seguros, 1988, p. 267-278.

ROBLEDO VELÁSQUEZ, Jorge. La investigación en ingeniería en el contexto programático actual del sistema nacional de Ciencia y Tecnología. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela de Formación Avanzada, Grupo de Política y Gestión Tecnológica, 1998. 15 p.

SÁNCHEZ TORRES, Jenny Marcela. Herramientas de software para la práctica en la empresa de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. En: Revista España, 2002.

SÁNCHEZ TORRES, Jenny Marcela. Conceptos Básicos de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Rionegro, 2006.

SÁNCHEZ TORRES, Jenny Marcela. Conceptos Básicos de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. En: Cámara de Comercio de Neiva, 2007.

SANTA MARÍA, Peter. La ingeniería. Historia de Antioquia, 1 Ed. Medellín: Editorial Presencia Ltda., suramericana de seguros, 1988, p. 401- 408.

SERRA, Jordi. Prospectiva: Imaginar el mañana. [en línea]. [consulta 26 de Octubre 1998]. Disponible en: <<http://www.vanguardia.es/ciencia/portada/p371.html>>.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. Políticas de fomento para la investigación, desarrollo y consolidación de grupos y propiedad intelectual. Medellín, 1998. 144 p.

UNIVERSIDAD PONTIFICA BOLIVARIANA. La estrategia genérica y sus objetivos prospectivos-estratégicos hacia el año 2015. Medellín, 2007.

VARIOS. Futuribles: Prospective et strategique, En: Revista Futuribles, No. especial.

ZAPATA V, Roberto. Prospectiva y planeación por escenarios: Aplicación a Teleantioquia 1998-2008. Tesis de grado Maestría en Gestión Tecnológica. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de Ingeniería. Maestría en Gestión Tecnológica. Medellín, 1999.

ZARTHA SOSSA, Jhon Wilder. Programa de Prospectiva Estratégica para la Escuela de Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Medellín- Grupo de Investigación Política y Gestión Tecnológica, En: La Universidad. 2008.

ANEXOS

ANEXO A. ARBOL TEMÁTICO

Son las temáticas generales, de investigación y proyectos obtenidos en forma desagregada, que se pueden clasificar en grandes grupos denominados áreas, formadas por diferentes niveles, dentro de ellos, temas generales, subtemas y proyectos particulares.

La clasificación en áreas y temas obedece a un esfuerzo de los docentes e investigadores por presentar los resultados en una forma condensada, debido a la gran cantidad de temas identificados.

La presentación de datos a los panelistas del ejercicio Delphi se realizó de tal forma que permitiera una fácil ubicación en el contexto, además de claridad en el contenido y facilidad en su procesamiento como encuesta. Se recurrió entonces a la presentación en forma de árbol temático, por presentar las siguientes ventajas:

Supera el problema de la desagregación.

Presenta un panorama completo y permite hacer ponderación de prioridades.

Permite visualizar y comprender rápidamente los temas de investigación.

Es importante tener claro que el árbol temático como tal, es un insumo vital para la estructuración de las preguntas realizadas a los expertos del panel de análisis Delphi.

ÁREA DE QUÍMICA

Química Básica

Aplicar el método científico a la estructura y transformación de la materia.

Consulta de Postulados de Dalton, Evidencias experimentales de la naturaleza eléctrica de la materia, Modelo de Thompson, Evidencia experimental de éste, Modelo de Rutherford, Modelo de Bohr.

Modelo actual del átomo, Números cuánticos, Distribución electrónica, Análisis de distribución electrónica.

Tabla periódica: construcción, variaciones periódicas.

Enlace iónico, covalente.

Nomenclatura: definición de valencia, valor típico de los no metales, número de oxidación, grupos funcionales óxido, hidruro, hidróxido, ácido hidrácido, ácido oxácido orto (combinación de M o nM con H, con O, con H y O)

Reacción de neutralización, nomenclatura de sales, balanceo por tanteo, cálculo de factor equivalente gramo.

Balanceo de reacciones por óxido - reducción y por ión - electrón, cálculo del factor equivalente-gramo.

Unidades estequiométricas: Mol, molécula, átomo, átomo-gramo.

Leyes de los gases ideales: Avogadro, Boyle, Charles, Combinada Boyle-Charles, Combinada Avogadro-Boyle-Charles (Ecuación de estado).

Mezcla de gases: Leyes de Dalton, Amagat, gas recogido sobre agua.

Consulta Ley de Graham.

Soluciones: Lectura unidades de concentración (Qué indican, cómo se calculan, factor asociado a cada una.

Cálculos en soluciones, dilución.

Dilución simple y dilución compuesta

Estequiometría: Cálculos en reacción química, porcentaje de pureza, porcentaje de eficiencia, reactivo límite.

Fórmula empírica y molecular.

Equilibrio químico en fase gaseosa.

Equilibrio en soluciones acuosas.

Trabajo: realizar curva de titulación de HCl con Na(OH) y CH₃COOH con Na(OH)

Electroquímica: celdas galvánicas y electrolíticas.

Química General

Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico.

Ecuación de Clausius Clapeyron

Orbitales híbridos, símbolos electrónicos, fórmulas de Lewis.

Reacción de neutralización con ácidos oxácidos orto ¿ meta y piro.

Dilución en general

Ley de Raoult, Solute y Solvente volátil, propiedades coligativas.

Cinética química

Equilibrio en soluciones acuosas

Modelo de Bhor

Química y Sociedad

Química Inorgánica I-II

Química Analítica I-II

Fisioquímica I-II

Química Orgánica I-II-III

Análisis instrumental

Administración y Control de la Calidad

Química Industrial

Métodos Numéricos en Química

Ecología

Química Cuántica I-II

Bioquímica I-II

Técnicas de Laboratorio Químico

Electroquímica

Calorimetría

Técnicas Analíticas: identificación de aniones

Técnicas Analíticas: identificación de cationes

Marcha analítica

Dilución

Propiedades coligativas

Cinética química

PH y estandarización

ANEXO B. ENCUESTAS ESTUDIO DELPHI QUÍMICA

Formulario Encuesta Primera Ronda

ESTUDIO PROSPECTIVO DEL CENTRO DE CIENCIA BÁSICA, ÁREA DE QUÍMICA PARA EL 2020

Fecha de recepción de la encuesta _____

Fecha de diligenciamiento _____

INFORMACIÓN GENERAL

1. Nombre del encuestado _____

2. Formación _____

3. Empresa donde labora _____

4. Cargo _____

5. Teléfono _____

6. Correo electrónico _____

7. Experiencia en el área de la
Química (años) _____

CONSIDERACIONES GENERALES

En las preguntas en las que solicite calificar de 1 a 5, considere 5 como el ítem de mayor importancia, 4 importante, 3 medianamente importante, 2 poco importante, 1 no importante y 0 no sabe/no Responde (NS/NR).

VISIÓN INTEGRAL DEL ÁREA DE LA QUÍMICA (Futuro – Tendencias): Global, Regional, País.

1. Cuáles considera Usted serán las asignaturas que sobresaldrán a nivel académico por su importancia estratégica en el quehacer de las empresas y en el desarrollo profesional de cada individuo? Califíquelas de 1 a 5 según el nivel de importancia.

TEMÁTICAS	Empresa						Desarrollo Profesional					
	1	2	3	4	5	NS/NR	1	2	3	4	5	NS/NR
Química y Sociedad												
Técnicas de Laboratorio Químico												
Química Inorgánica I-II												
Química Analítica I-II												
Fisioquímica I-II												
Química Orgánica I-II-III												
Análisis Instrumental												
Administración y Control de la Calidad												
Química Industrial												
Métodos Numéricos en Química												
Ecología												
Química Cuántica I-II												
Bioquímica I-II												
Otro__ ¿Cuál?_____												

2. Cuáles considera Usted serán las electivas que sobresaldrán a nivel académico por su importancia estratégica en el quehacer de las empresas y en

el desarrollo profesional de cada individuo? Califíquelas de 1 a 5 según el nivel de importancia.

TEMÁTICAS	Empresa						Desarrollo Profesional					
	1	2	3	4	5	NS/NR	1	2	3	4	5	NS/NR
Seguridad Industrial												
Química de Fertilizantes												
Electroquímica												
Química Computacional												
Química de Coloides												
Introducción a la Biotecnología												
Laboratorio de Int. a la Biotecnología												
Desarrollo Histórico de la Química												
Carboquímica												
Química de los Polímeros												
Introducción a la Química Forense												
Introducción a la Didáctica Química												
Cromatografía Gaseosa y Líquida												
Radioquímica I-II												
Microbiología General												
Otro____ ¿Cuál? _____												

3. En su opinión, que habrá de suceder con el área de Química si se desintegran las divisiones que según la IUPAC²⁶ deben mantenerse: ¿Clasifique de 1 a 5 qué tipo de división debe ser favorecida y cuales deben continuar con lo planteado por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada - IUPAC?

DIVISIONES	1	2	3	4	5	NS/NR
Fisicoquímica y Biofísica						
Química inorgánica						
Química orgánica y Biomolecular						
Polímeros						
Química analítica						
Química y Medio ambiente						
Química y Salud Humana						
Nomenclatura y Representación de la estructura química						
Otro_____ ¿Cuál?_____						

4. ¿Cuál cree Usted será el futuro de los profesionales de la Escuela de Ingenierías que hoy tiene un nivel académico básico/avanzado en cuanto al aporte de la Química? Califíquelas de 1 a 5 según el nivel de aporte en el área de química.

PROGRAMAS	1	2	3	4	5	NS/NR
Aeronáutica						
Agroindustrial						
Eléctrica						
Electrónica						
Telecomunicaciones						

²⁶ Sitio Web: Wikipédia, 2008, <http://es.wikipedia.org/wiki/IUPAC>

PROGRAMAS	1	2	3	4	5	NS/NR
Informática						
Industrial						
Mecánica						
Química						
Textil						
Otro_____						
¿Cuál?_____						

5. Cuáles son las expectativas del mercado laboral y académico (frente a competencias y habilidades del área)?

Evento	1	2	3	4	5	NS/NR
Certificaciones						
Niveles de formación						
Orientación de cada perfil profesional						

6. De las siguientes herramientas de enseñanza de la química califique la pertinencia:

Herramientas de Enseñanza	1	2	3	4	5	NS/NR
Enseñanza de la química a través de clases magistrales						
Enseñanza de la química a través de ambientes virtuales						
Enseñanza de la química a través de laboratorios, pero con herramientas de cómputo científicas						
Enseñanza de la química a través de prácticas de laboratorio presenciales,						

Herramientas de Enseñanza	1	2	3	4	5	NS/NR
manejando casos prácticos.						
Otra Alternativa ____ ¿Cuál?_____						

7. Conociendo la transversalidad del área de la Química en las diferentes áreas del conocimiento, cuál considera Usted será el desempeño y el nivel de injerencia en los próximos años?

	1	2	3	4	5	NS/NR
Permanencia de indicadores						
Crecimiento						
Decrecimiento						
Mezcla de saberes						
Otro____ ¿Cuál?_____						

8. ¿Con qué rapidez cree usted que las empresas en Colombia están adaptando las mejoras transversales en las áreas de Química?

Alto	
Bajo	
Otro____ ¿Cuál?_____	

9. Califique de 1 a 5 según su opinión que niveles de formación demanda mas el medio en el área de la Química?

Niveles	1	2	3	4	5	NS/NR
Técnico						
Tecnólogo						
Ingeniero						

Especialista						
Magíster						
Doctor						

10. En su opinión y acorde con la respuesta anterior, ¿qué tipo de formación tiene más relevancia para el entorno laboral en el área de Química? Califique de 1 a 5.

Tipo de Formación	1	2	3	4	5	NS/NR
Certificaciones						
Diplomados						
Estudios de Pre-grado						
Estudios de profesionalización						
Estudios de pos-grado						
Otro ____ ¿Cuál? _____						

11. ¿Cuál considera Usted debe ser el enfoque educativo de un programa de pre-grado de formación transversal con el área de Química?

	1	2	3	4	5	NS/NR
Técnica (teórica - conceptual)						
Prácticas de Laboratorio						
Gestión de infraestructura						
Administrativa - Gerencial						
Mercadeo						
Otro ____ ¿Cuál? _____						

12. ¿Considera Usted importante formar en conceptos de Gestión Tecnológica desde la formación de pre-grado?

Si	
No	

13. ¿Cuál considera Usted será el área de desempeño (rol, nivel de aporte y expectativas de desarrollo) en el ámbito privado y público de los futuros egresados de los programas universitarios con cierto nivel académico en el área de la Química?

Rol/Nivel de Aporte	1	2	3	4	5	NS/NR
Investigación						
Gestión						
Gerencia						
Producción						
Transformación de productos o servicios						
Otro _____ ¿Cuál? _____						

14. ¿Cuál debería ser el enfoque de los programas de pos-grado en Química en los próximos años?

	1	2	3	4	5	NS/NR
Técnica/Operacional						
Producción/Transformación						
Gerencial						
Investigación en Química						
Legal (Normas Químicas)						
Otro _____ ¿Cuál? _____						

15. ¿Conoce Usted los contenidos de los programas universitarios de formación en pre-grado y pos-grado con intervención del área de Química de su ciudad y de otras ciudades del país?

Si	
No	

16. ¿En qué campos, cree que el profesional egresado se desempeña o podría desempeñarse más eficazmente? Califique de 1 a 5 según la relevancia.

	1	2	3	4	5	NS/NR
Investigación básica						
Formación de profesionales						
Asesoría y servicios						
Ejecución de proyectos Universidad- Empresa-Estado						
Extensión						
Investigación aplicada						
Prácticas empresariales						
Otro _____ ¿Cuál? _____						

17. En relación con la integración de los cursos de Ciencia Básica a la investigación y aplicación de los conocimientos adquiridos, usted considera que es importante que:

Mecanismos de Integración	Calificación				
	1	2	3	4	5
Los estudiantes participan en las fases de análisis, estudio e implementación de los proyectos de investigación que se adelantan en los diferentes grupos de la universidad.					
Recibir capacitación en el manejo de software dedicado a problemas de naturaleza técnica y científica aplicables a los proyectos que se adelanten en la escuela o en empresas del					

Mecanismos de Integración	Calificación				
	1	2	3	4	5
sector productivo.					
Realizar proyectos al final de los cursos sobre aplicaciones computacionales para la resolución de los problemas estudiados teóricamente.					
Otras					

18. ¿De qué forma el egresado propiciaría una relación dinámica entre la universidad y la empresa? Califique de 1 a 5 según la relevancia

	1	2	3	4	5	NS/NR
Revisando necesidades del medio						
Con canales definidos de comunicación con la empresa						
Establecimiento de practicas empresariales con sus docentes e investigadores						
Otro _____ ¿Cuál? _____						

19. Cuáles son las características generales que debería tener un laboratorio para cualquier rama de la Química para Ingeniería (Califique de 1 a 5 según su nivel de importancia):

Características	1	2	3	4	5	NS/NR
Soporte informático						
Software especializado						
Pruebas y desarrollo de modelos						
Bibliotecas virtuales						

Características	1	2	3	4	5	NS/NR
Orientación y seguimiento académico						
Cursos de extensión						
Otro _____ ¿Cuál? _____						

20. A continuación se enumeran algunos programas que se usan en laboratorios de química. Indique su nivel de conocimiento:

Programas de Software	1	2	3	4	5	NS/NR
ACD/ChemSketch 5.0 ²⁷						
Rasmol ²⁸						
Model ChemLab ²⁹						
VLabQ ³⁰						
Otros						

21. ¿Cuáles de los siguientes programas de software deben tenerse en un laboratorio moderno de Química para Ingeniería:

Programas de Software	Laboratorio	
	Si	No
ACD/ChemSketch 5.0 ³¹		

²⁷ Programa para la construcción de ecuaciones químicas, estructuras moleculares y diagramas de laboratorio.

²⁸ Programa para representación gráfica tanto de moléculas grandes (proteínas y ácidos nucleicos) como moléculas pequeñas.

²⁹ Programa de simulación de un laboratorio de química. Utiliza equipos y procedimientos comunes para simular los pasos necesarios que se efectúan en experimentos de laboratorio.

³⁰ Simulador interactivo para prácticas de laboratorio, utiliza equipos y procedimientos estándares para simular los procesos que intervienen en un experimento o práctica.

Rasmol ³²		
Model ChemLab ³³		
VLabQ ³⁴		
Otros		

22. Cuáles de las siguientes características valoraría para la adquisición de un software de uso práctico en un laboratorio de química:

Características Laboratorio	1	2	3	4	5	NS/NR
Capacidad de interacción con otros programas y/o lenguajes de programación						
Capacidad de interacción con hardware						
Interfase amigable y de fácil implementación						
Herramientas de visualización de pruebas de laboratorio.						
Facilidad de entrega de resultados.						
Posibilidad de trabajo en red						
Otras						

³¹ Programa para la construcción de ecuaciones químicas, estructuras moleculares y diagramas de laboratorio.

³² Programa para representación gráfica tanto de moléculas grandes (proteínas y ácidos nucleicos) como moléculas pequeñas.

³³ Programa de simulación de un laboratorio de química. Utiliza equipos y procedimientos comunes para simular los pasos necesarios que se efectúan en experimentos de laboratorio.

³⁴ Simulador interactivo para prácticas de laboratorio, utiliza equipos y procedimientos estándares para simular los procesos que intervienen en un experimento o práctica.

23. Califique de 1 a 5 la importancia de las siguientes áreas en el futuro de la Química. Si existe algún área en la cual usted no se considera experto por favor señale la opción no sabe ó no responde (NS/NR)

Áreas	1	2	3	4	5	NS/NR
Química Inorgánica						
Modelos Atómicos						
Gases						
Diluciones						
Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico.						
Orbitales híbridos, símbolos electrónicos, fórmulas de Lewis.						
Reacción de neutralización con ácidos oxácidos						
Cinética química						
Equilibrio en soluciones acuosas						
Modelo de Bhor						
Electroquímica						
Calorimetría						
Química de Proteínas						
Enzimas						
Carbohidratos						
Lípidos						
Ácidos Nucléicos						
Vitaminas						
Otro _____ ¿Cuál? _____						

24. ¿Cuáles son las aplicaciones y servicios del área de la Química?:

	1	2	3	4	5	NS/NR
Química Farmacéutica						
Calidad de Producción						
Seguridad						
Normas Ambientales						
Petroquímica						
Carboquímica						
Calorimetría						
Otro _____ ¿Cuál? _____						

PREGUNTAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE CON ÚNICA RESPUESTA

25. En la actualidad los créditos de Ciencia Básica (Matemáticas, Física, Química, Biología) corresponden aproximadamente al 30% de los créditos totales de los programas de Ingeniería, divididos en promedio en los cuatro primeros semestres de estudio. Usted considera que:

Disminuir a menos del 25%	
Mantenerse alrededor del 25% al 35%	
Creecer entre el 35% y 40%	
Creecer más del 40%	

26. Si se evalúa la velocidad de la evolución de la Química para Ingeniería, usted considera que las actualizaciones curriculares en los cursos de química deben realizarse:

Cada año	
Cada 2 años	

Con una periodicidad superior a dos años	
--	--

27. Usted considera que un programa de Ingeniería debe durar en promedio:

Menos de 8 semestres	
Entre 8 y 9 semestres	
10 semestres	
12 o más semestres	

Formulario Encuesta Segunda Ronda

**ENCUESTA DELPHI A EXPERTOS – RONDA 2
ESTUDIO PROSPECTIVO DEL ÁREA QUIMICA AÑO 2020
CENTRO DE CIENCIA BÁSICA**

**GRUPO DE POLÍTICA Y GESTIÓN TECNOLÓGICA
GRUPO A – COLCIENCIAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SEDE MEDELLÍN**

Señor(a) Profesional:

Agradecemos su participación en el Estudio de Prospectiva Estratégica del Centro de Ciencia Básica para Ingenierías de la UPB respondiendo a las preguntas enunciadas en esta encuesta, cuyo objetivo es conocer sus opiniones acerca del futuro del área de Química como Ciencia Básica aplicada a la Ingeniería al año 2020.

Nombre del encuestado	_____
Formación	_____
Pregrado	_____
Posgrado	_____
Correo Electrónico	_____
Teléfono	_____
Experiencia (años)	_____
Fecha de recepción de la encuesta	_____
Fecha de diligenciamiento	_____

INSTRUCCIONES IMPORTANTES A TENER EN CUENTA

- Si cambia un tema de Prioritario a En Discusión, debe pasar otro obligatoriamente de En discusión a Prioritario.
 - Si un tema es cambiado entre Prioritario y En Discusión, o viceversa, debe darse obligatoriamente una justificación.
 - Es opcional el cambio de temas entre los Prioritarios y los que se encuentran En Discusión.
 - Usted puede cambiar hasta 2 de los temas que han resultado **PRIORITARIOS** (30% de los temas prioritarios) en primera ronda y clasificarlos como temas **EN DISCUSIÓN**. Este cambio es opcional.
1. A continuación se presentan los resultados de la primera ronda DELPHI del Estudio Prospectivo del Área de Química. Las temáticas estudiadas están divididas en dos grupos PRIORITARIAS y EN DISCUSIÓN.

APLICABILIDAD DESARROLLO EMPRESARIAL

TEMAS PRIORITARIOS	
ID	TEMA
1.1.1	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO
1.1.3	QUÍMICA ANALÍTICA I-II
1.1.6	ANÁLISIS INSTRUMENTAL
1.1.7	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD
1.1.8	QUÍMICA INDUSTRIAL
TOTAL TEMAS:	5
<p>Pueden cambiarse dos (2) temas, que equivale al menos al 30% de los temas prioritarios.</p>	
NUEVOS TEMAS PRIORITARIOS	
Id del tema	<u>Debe</u> considerarse prioritario porque:

TEMAS EN DISCUSIÓN	
ID	TEMA
1.1.2	QUÍMICA INORGÁNICA I-II
1.1.4	FISIOQUÍMICA I-II
1.1.5	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III
1.1.9	ECOLOGÍA
1.1.10	QUÍMICA CUÁNTICA I-II
1.1.11	BIOQUÍMICA I-II
1.1.12	QUÍMICA AMBIENTAL
1.1.13	INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN
1.1.14	ANÁLISIS INDUSTRIAL
TOTAL TEMAS:	9
NUEVOS TEMAS EN DISCUSIÓN	
Id del tema	<u>No debe</u> considerarse prioritario porque:

APLICABILIDAD DESARROLLO PROFESIONAL

TEMAS PRIORITARIOS	
ID	TEMA
1.2.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO
1.2.3	QUÍMICA INORGÁNICA I-II
1.2.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II
1.2.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL
1.2.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD
1.2.9	QUÍMICA INDUSTRIAL
TOTAL TEMAS:	6
Pueden cambiarse dos (2) temas, que equivale al menos al 30% de los temas prioritarios.	
NUEVOS TEMAS PRIORITARIOS	
Id del tema	<u>Debe</u> considerarse prioritario porque:

TEMAS EN DISCUSIÓN	
ID	TEMA
1.2.1	QUIMICA Y SOCIEDAD
1.2.5	FISIOQUÍMICA I-II
1.2.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III
1.2.10	ECOLOGÍA
1.2.11	BIOQUÍMICA I-II
TOTAL TEMAS:	5
NUEVOS TEMAS EN DISCUSIÓN	
Id del tema	<u>Debe</u> considerarse prioritario porque:

ÁREAS FUTURO DE LA QUÍMICA

TEMAS PRIORITARIOS	
ID	TEMA
23.4	LÍQUIDOS, CURVAS DE CALENTAMIENTO, ENFRIAMIENTO, EQUILIBRIO TÉRMICO.
23.6	CINÉTICA QUÍMICA
23.7	EQUILIBRIO DE SOLUCIONES ACUOSAS
23.8	ELECTROQUÍMICA
23.12	CARBOHIDRATOS
23.13	LÍPIDOS
TOTAL TEMAS:	6
Pueden cambiarse dos (2) temas, que equivale al menos al 30% de los temas prioritarios.	
NUEVOS TEMAS PRIORITARIOS	
Id del tema	<u>Debe</u> considerarse prioritario porque:

TEMAS EN DISCUSIÓN	
ID	TEMA
23.2	GASES
23.3	DILUCIONES
23.5	REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN CON ÁCIDOS OXÁCIDOS
23.9	CALORIMETRÍA
23.10	QUÍMICA DE PROTEÍNAS
23.11	ENZIMAS
23.14	ÁCIDOS NUCLÉICOS
23.15	VITAMINAS
TOTAL TEMAS:	8
NUEVOS TEMAS EN DISCUSIÓN	
Id del tema	<u>Debe</u> considerarse prioritario porque:

Formulario Encuesta Tercera Ronda

**ENCUESTA DELPHI A EXPERTOS – RONDA 3 FINAL
ESTUDIO PROSPECTIVO DEL ÁREA QUÍMICA AÑO 2020
CENTRO DE CIENCIA BÁSICA**

**GRUPO DE POLÍTICA Y GESTIÓN TECNOLÓGICA
GRUPO A – COLCIENCIAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SEDE MEDELLÍN**

Señor(a) Profesional:

Agradecemos su participación en el Estudio de Prospectiva Estratégica del Centro de Ciencia Básica para Ingenierías de la UPB respondiendo a las preguntas enunciadas en esta encuesta, cuyo objetivo es conocer sus opiniones acerca del futuro del área de Química como Ciencia Básica aplicada a la Ingeniería al año 2020.

Nombre del encuestado

Fecha de recepción de la encuesta

Fecha de diligenciamiento

INSTRUCCIONES IMPORTANTES A TENER EN CUENTA

Seleccione de los dos listados siguientes (señalando con una X la casilla correspondiente), los tres (3) temas que usted considera que prioritariamente continúan en cada uno de los componentes mencionados (aplicabilidad para el desarrollo empresarial, profesional y de las áreas futuro de la química).

Tenga en cuenta que los temas marcados con **P** ya se consideran **prioritarios** según el consenso alcanzado en las anteriores rondas. Abajo encontrará argumentos a favor y en contra, aportados por los participantes expertos.

Aplicabilidad Desarrollo Empresarial

TEMAS PRIORITARIOS		TEMAS EN DISCUSIÓN	
ID	TEMA	ID	TEMA
1.1.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	1.1.5	FISIOQUÍMICA I-II
1.1.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II	1.1.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III
1.1.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	1.1.13	BIOQUÍMICA I-II
1.1.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	1.1.14	QUÍMICA AMBIENTAL
1.1.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	1.1.15	INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN
		1.1.16	ANÁLISIS INDUSTRIAL

Argumentos presentados para excluir los siguientes temas del conjunto de temas prioritarios

ID	TEMA	ARGUMENTOS
1.1.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	El profesional del área Química requiere competencias del Hacer, pero las competencias del Saber y la capacidad de Análisis Sistémico deben ser su prioridad.

ID	TEMA	ARGUMENTOS
		Pueden desarrollarse y aplicarse desde la química analítica y el análisis instrumental ó mejor está incluidas en estos temas. Las técnicas de laboratorio pueden estar a la altura de un técnico, no de un profesional de la química; además puede llegar a solaparse con las técnicas analíticas o el análisis instrumental
1.1.4	QMCA ANALÍTICA I-II	Las técnicas analíticas tradicionales han sido asimiladas o superadas por las instrumentales. El análisis instrumental suple y complementa esta formación.
1.1.8	ADMON Y CONTROL DE LA CALIDAD	Puede hacerse desde la química analítica y el análisis instrumental. Hay otras disciplinas que lo pueden hacer.
1.1.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	El mayor problema de la Química en la industria no está en la producción, sino en la disposición y relación de la industria con su entorno. Es un tema optativo para los estudiantes que quieran profundizar en esta temática, que por demás resulta muy interesante.

Argumentos presentados para incluir los siguientes temas al conjunto de temas prioritarios

ID	TEMA	ARGUMENTOS
1.1. 5	FISIOQUÍMICA I-II	Es necesario para entender los principios físicos y la descripción matemática que rigen los procesos químicos. Sin esta descripción sería más complicado modular procesos y obtener la aplicación (industrial). Es fundamental para el análisis instrumental.
1.1.	QUÍMICA	Un porcentaje muy alto de la industria química tiene que ver

ID	TEMA	ARGUMENTOS
6	ORGÁNICA I-II-III	<p>con la química orgánica.</p> <p>La química ambiental, la ecología, necesariamente requieren conocer a cerca de los compuestos orgánicos y sus propiedades físico-químicas.</p>
1.1. 13	BIOQUÍMICA I-II	<p>La Biodiversidad Colombiana, el auge y potencial desarrollo de la Biotecnología en Colombia y en latinoamérica requiere y requerirá profesionales de todas las áreas con al menos la capacidad de entendimiento de los sistemas biológicos, su dinámica y posibles aplicaciones.</p>
1.1. 14	QUÍMICA AMBIENTAL	<p>Los Megaproblemas que enfrenta y enfrentará la humanidad respecto al impacto que la misma está teniendo sobre su entorno, requieren una conciencia global con aplicación local en el sector ambiental. Debemos mirar hacia el futuro y las reglamentaciones gubernamentales apuntan hacia este objetivo.</p>
1.1. 15	INTRODUCCIÓN A LA ADMON	<p>El desempeño empresarial, exige que se tengan conocimientos mínimos sobre administración, en la cual se abordan temas como control de calidad, normas de inspección y como tomar decisiones en un ámbito real desde el punto de vista académico y a la vez productivo.</p>
1.1. 16	ANÁLISIS INDUSTRIAL	<p>Es relevante para el trabajo en una empresa. Tratamiento estadístico de datos y resultados. Porque el objetivo del curso se enfoca en la aplicación de las técnicas analíticas frente a problemas reales.</p>

Aplicabilidad Desarrollo Profesional

TEMAS PRIORITARIOS		
ID	TEMA	
1.2.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	
1.2.3	QUÍMICA INORGÁNICA I-II	
1.2.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II	P
1.2.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	
1.2.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	
1.2.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	

TEMAS EN DISCUSIÓN		
ID	TEMAS	
1.2.1	QUÍMICA Y SOCIEDAD	
1.2.5	FISIOQUÍMICA I-II	
1.2.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III	
1.2.11	ECOLOGÍA	
1.2.13	BIOQUÍMICA I-II	

Argumentos presentados para excluir los siguientes temas del conjunto de temas prioritarios

ID	TEMA	ARGUMENTOS
1.2.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	Considero que si se dominan correctamente las técnicas de laboratorio químico, se pueden aplicar mas directamente a la vida profesional, este es un conocimiento básico y requerido para el área de identificación y manejo básico de sustancias. Un Ingeniero Químico debe conocer y manejar las técnicas básicas empleadas en los desarrollos químicos.
1.2.3	QUÍMICA INORGÁNICA I-II	Es un tema específico para la formación de un químico y no es de base para una ingeniería. Son temas más profundos, que dan explicaciones importantes mas no completamente indispensables a nivel profesional
1.2.4	ANÁLISIS	Puede ser mejor para un técnico en el área.

ID	TEMA	ARGUMENTOS
7	INSTRUMENTAL	
1.2.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	Porque para el desarrollo profesional no es necesaria la formación en temas tan administrativos y tan selectivos como son los temas empresariales. Un químico debe ser formado netamente en investigación. Existen otras áreas económico administrativas encargadas de éstos menesteres.
1.2.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	Es muy importante pero frente a los demás, podría desplazarse. Sin embargo, es muy importante su inclusión en el pensum ya sea en el componente optativo o de libre elección.

Argumentos presentados para incluir los siguientes temas al conjunto de temas prioritarios

ID	TEMA	ARGUMENTOS
1.2.1	QUÍMICA Y SOCIEDAD	El tema ambiental es prioritario ahora más que nunca para la supervivencia humana (calentamiento Global; contaminación ambiental, etc.). Inclusive la propuesta de Tratado Libre Comercio con EE.UU. ha sido objetada por no contener suficientes medidas ambientales, y la Química es la ciencia central involucrada en estos procesos.
1.2.5	FISIOQUÍMICA I-II	Hay que tener en cuenta que la fisicoquímica puede interpretarse más como una condición inherente al ingeniero químico o de procesos.
1.2.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-	Porque el área de orgánica es esencial y necesaria en la formación del químico que además la necesita como

ID	TEMA	ARGUMENTOS
	III	componente sinérgico con las demás áreas. La química orgánica y la bioquímica mueven y moverán al mundo. Los procesos biotecnológicos giran en torno a ambas.
1.2.11	ECOLOGÍA	Los mismos argumentos del numeral 1.2.1.
1.2.13	BIOQUÍMICA I-II	La bioquímica debe considerarse como una parte muy especial de la química orgánica. La biotecnología en pleno desarrollo se sustenta fundamentalmente en la bioquímica.

Áreas Futuro de la Química

TEMAS PRIORITARIOS		
ID	TEMAS	
23.1	QUÍMICA INORGÁNICA	P
23.5	LÍQUIDOS, CURVAS DE CALENTAMIENTO, ENFRIAMIENTO, EQUILIBRIO TÉRMICO.	
23.8	CINÉTICA QUÍMICA	P
23.9	EQUILIBRIO DE SOLUCIONES ACUOSAS	P
23.11	ELECTROQUÍMICA	P
23.15	CARBOHIDRATOS	
23.16	LÍPIDOS	

TEMAS EN DISCUSIÓN		
ID	TEMAS	
23.3	GASES	
23.4	DILUCIONES	
23.13	QUÍMICA DE PROTEÍNAS	
23.14	ENZIMAS	

Argumentos presentados para excluir los siguientes temas del conjunto de temas prioritarios

ID	TEMA	ARGUMENTOS
23.5	LÍQUIDOS, CURVAS DE CALENTAMIENTO, ENFRIAMIENTO, EQUILIBRIO TÉRMICO.	Igual podría ser 23.6 ó 23.7, que los percibo más como una fase de la química de procesos inherente a la ingeniería. No considero altamente relevante la temática hacia el futuro.
23.1 5	CARBOHIDRATOS	Tema que puede ser optativo o de libre elección. Es interesante más no fundamental para la formación ingenieril.
23.1 6	LÍPIDOS	Tema que puede ser optativo o de libre elección. Es interesante mas no fundamental para la formación ingenieril. La Química Industrial es un tema importante.

Argumentos presentados para incluir los siguientes temas al conjunto de temas prioritarios

ID	TEMA	ARGUMENTOS
23.3	GASES	El fundamento para entender o extrapolar las propiedades de los estados sólidos y líquidos se empieza con el entendimiento de gases hasta aumentar la complejidad. El estudio y el manejo apropiado de los gases hacen parte del control sostenible de la contaminación ambiental. Es fundamental para diferentes aplicaciones,

ID	TEMA	ARGUMENTOS
		tratamientos termodinámicos, desarrollo empresarial, ambiental. Tema de actualidad inmediata y futura.
23.4	DILUCIONES	De gran importancia para el desarrollo de los procesos a diferentes escalas y de competencia del Químico y del Ingeniero Químico.
23.13	QUÍMICA DE PROTEÍNAS	La química de proteínas, interviene en la mayoría de reacciones que podemos considerar en un futuro como procesos industriales; tal es el caso de la industria cosmética, alimenticia y medica. El profundo conocimiento de la química de las proteínas abre un campo de trabajo aplicado real y sólido en el futuro cercano. Tópico importante en la innovación y construcción de nuevos medicamentos. Íntimamente ligadas a las enzimas.
23.14	ENZIMAS	Las enzimas con el futuro de toda la química de procesos. Enzimas podría tener un espacio muy amplio dentro de una asignatura, con la ventaja de que se tendría la oportunidad de estudiar y comparar los aspectos generales de la catálisis (enzimas) química en general de compuestos orgánicos e inorgánicos.

ANEXO C. ENCUESTA DE PROBABILIDADES DE BAYES³⁵

Identificación de los Escenarios

Un escenario es una imagen alternativa de la situación futura de un sistema, basado en el estado de los ejes estratégicos. Para el caso del Centro de Ciencia Básica, los ejes estratégicos definidos son cinco (5): Infraestructura Tecnológica, Investigación e Innovación, Contexto, Extensión y Gestión Administrativa. Por lo anterior los escenarios posibles que pueden construirse son 32 escenarios, que corresponden a las combinaciones posibles de cumplimiento o no cumplimiento de las hipótesis planteadas sobre la situación de cada eje al inicio del ejercicio de construcción de escenarios.

Las hipótesis obtenidas para cada uno de los ejes fueron:

1. La situación del eje **Infraestructura Tecnológica** será **BUENA** en el año **2020**.
2. La situación del eje **Investigación e Innovación** será **BUENA** en el año **2020**.
3. La situación del eje **Contexto** será **BUENA** en el año **2020**.
4. La situación del eje **Extensión** será **BUENA** en el año **2020**.
5. La situación del eje **Gestión Administrativa** será **BUENA** en el año **2020**.

Con un panel de 9 expertos conocedores del sistema de Centro de Ciencia Básica se realizó la encuesta de probabilidades con el objetivo de determinar los escenarios más probables, lo que luego nos permitirá seleccionar el escenario apuesta.

³⁵ ESCOBAR, Op. Cit., p.211.

ENCUESTA DE PROBABILIDADES

Probabilidades Simples

¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020?	_____

Probabilidades Condicionales Positivas

¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Investigación e Innovación está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Contexto está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica	_____

esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Extensión está en una situación "BUENA"?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Gestión Administrativa está en una situación "BUENA"?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Infraestructura Tecnológica está en una situación "BUENA"?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Contexto está en una situación "BUENA"?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Extensión está en una situación "BUENA"?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Gestión Administrativa está en una situación "BUENA"?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Infraestructura Tecnológica está en una situación "BUENA"?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería	_____

de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Investigación e Innovación está en una situación “BUENA”?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Extensión está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Gestión Administrativa está en una situación “BUENA”?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Infraestructura Tecnológica está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Investigación e Innovación está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Contexto está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Gestión Administrativa está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje	_____

Infraestructura Tecnológica está en una situación “BUENA”?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Investigación e Innovación está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Contexto está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si se da que el eje Extensión está en una situación “BUENA”?	_____

Probabilidades Condicionales Negativas

¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Investigación e Innovación está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Contexto está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Extensión está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Infraestructura Tecnológica esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para	_____

Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Gestión Administrativa está en una situación “BUENA”?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Infraestructura Tecnológica está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Contexto está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Extensión está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Investigación e Innovación esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Gestión Administrativa está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Infraestructura Tecnológica está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Investigación e Innovación está en una situación “BUENA”?	_____
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Extensión está en	_____

una situación "BUENA"?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Contexto esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Gestión Administrativa está en una situación "BUENA"?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Infraestructura Tecnológica está en una situación "BUENA"?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Investigación e Innovación está en una situación "BUENA"?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Contexto está en una situación "BUENA"?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Extensión esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Gestión Administrativa está en una situación "BUENA"?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Infraestructura Tecnológica está en una situación "BUENA"?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación "BUENA" en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Investigación e Innovación está en una situación "BUENA"?	

¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Contexto está en una situación “BUENA”?	
¿Cuál es la probabilidad de que el eje Gestión Administrativa esté en una situación “BUENA” en el Centro de Ciencia Básica para Ingeniería de la UPB en el año 2020, si no se da que el eje Extensión está en una situación “BUENA”?	

PANEL DE EXPERTOS

Los participantes en la encuesta de probabilidades fueron los siguientes:

Tabla 48. Expertos participantes en el ejercicio de escenarios

N°	Apellido	Nombre	Rol
1	Ramírez	Elmer	Director Centro de Ciencia Básica
2	Valencia	Gabriel	Profesor Centro de Ciencia Básica
3	López	Guillermo	Director de Ingeniería Eléctrica / Electrónica
4	Llerena	Ricardo	Profesor Centro de Ciencia Básica
5	Lopera	Jairo	Director del CIDI
6	Cardona	Oscar	Profesor del Centro de Ciencia Básica
7	Escobar	Héctor	Profesor Centro de Ciencia Básica
8	Montoya	Luis	Profesor Centro de Ciencia Básica
9	Clavijo	Egidio	Profesor Centro de Ciencia Básica

Probabilidades de los Escenarios

A continuación se presenta el histograma de probabilidades de los escenarios:

Ilustración 1. Histograma de probabilidades de los escenarios

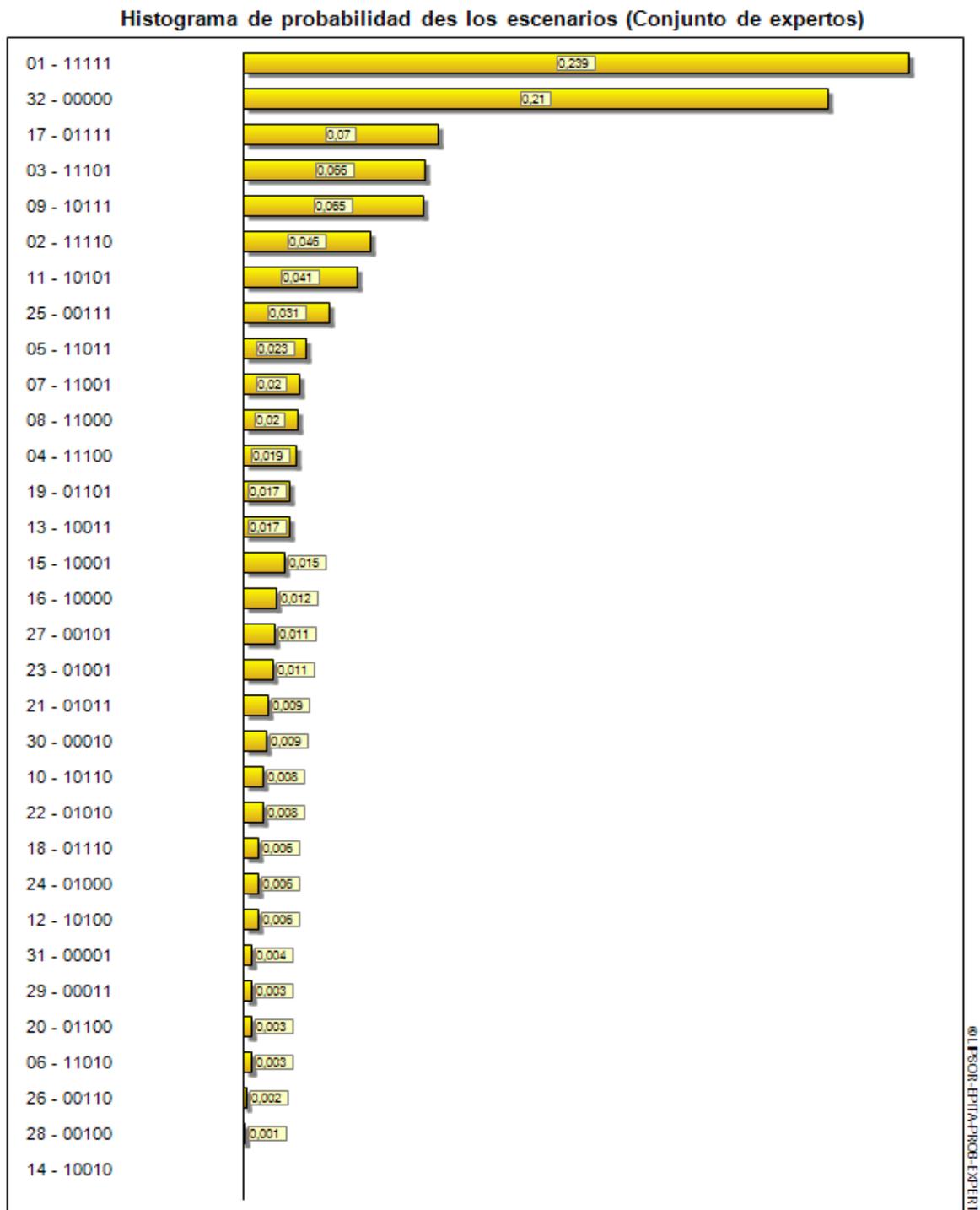


Tabla 49. Probabilidades de los escenarios

	Elmer	Gabriel	Guillermo	Ricardo	Jairo	Oscar	Hector	Luis	Egídio	Docentes
1 : 11111	0,091	0,168	0,132	0,306	0,159	0,32	0,19	0,079	0,79	0,239
2 : 11110	0,041	0,053	0,024	0,11	0,048	0,053	0,069	0,02	0	0,046
3 : 11101	0,086	0,043	0,084	0	0,11	0,121	0,007	0,069	0,051	0,066
4 : 11100	0,017	0	0,048	0	0,034	0,04	0	0,019	0,005	0,019
5 : 11011	0	0,044	0,006	0	0,017	0,069	0,028	0,054	0	0,023
6 : 11010	0,018	0,001	0	0	0	0	0	0,007	0	0,003
7 : 11001	0,01	0	0,024	0	0,005	0,012	0,074	0,062	0	0,02
8 : 11000	0,043	0,013	0,043	0	0,008	0,021	0,018	0,025	0	0,02
9 : 10111	0,048	0,14	0,096	0	0,122	0,031	0,083	0,047	0	0,065
10 : 10110	0,043	0	0	0	0	0	0,015	0,005	0	0,008
11 : 10101	0,055	0,049	0,027	0,087	0,097	0	0,005	0,038	0	0,041
12 : 10100	0,031	0	0,006	0	0,003	0	0	0,006	0	0,006
13 : 10011	0	0,046	0,015	0	0,026	0,045	0	0,02	0	0,017
14 : 10010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 : 10001	0	0,032	0,015	0	0,038	0,017	0	0,029	0	0,015
16 : 10000	0,011	0,019	0,042	0	0,018	0,005	0	0,005	0	0,012
17 : 01111	0,063	0,122	0,059	0,008	0,096	0,055	0,082	0,062	0,085	0,07
18 : 01110	0	0,004	0,016	0	0,001	0,02	0	0,012	0	0,006
19 : 01101	0,014	0,02	0	0,007	0,052	0	0	0,054	0	0,017
20 : 01100	0	0	0	0,023	0	0	0	0,01	0	0,003
21 : 01011	0,006	0,049	0	0	0,004	0	0	0,03	0	0,009
22 : 01010	0,029	0,001	0,007	0,029	0	0	0	0	0	0,008
23 : 01001	0,006	0,024	0	0	0,004	0	0,027	0,042	0	0,011
24 : 01000	0,008	0,037	0	0	0	0	0	0,009	0	0,006
25 : 00111	0,036	0,044	0,018	0	0,061	0,066	0,015	0,038	0	0,031
26 : 00110	0,002	0	0	0	0	0,01	0	0,004	0	0,002
27 : 00101	0	0	0	0	0,042	0	0,027	0,031	0	0,011
28 : 00100	0	0	0	0	0	0	0,004	0,002	0	0,001
29 : 00011	0	0	0,001	0,017	0,009	0	0	0,004	0	0,003
30 : 00010	0,002	0	0,038	0,024	0,001	0,008	0	0	0	0,009
31 : 00001	0	0,007	0	0	0,008	0	0	0,016	0	0,004
32 : 00000	0,337	0,086	0,297	0,391	0,035	0,109	0,355	0,201	0,07	0,21

© UPSOR-EPTA-PROB-EXPERT

Escenarios Probables

Los escenarios que se califican como probables son aquellos cuya probabilidad acumulada es del 80% aproximadamente.

La interpretación de los escenarios se hace leyendo las combinaciones de 1s y 0s, teniendo en cuenta que un 1 significa que la hipótesis (o estado del eje) se cumple como se planteó en al inicio del ejercicio.

Para el Centro de Ciencia básica los escenarios más probables son los siguientes:

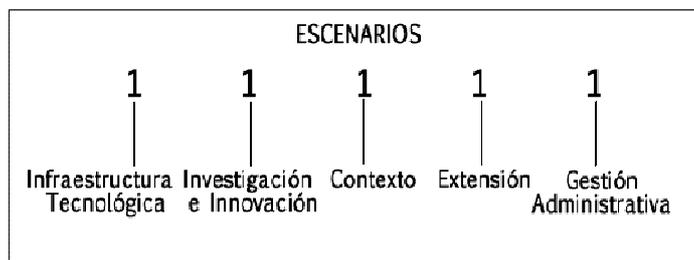
Tabla 50. Escenarios con mayor probabilidad

Escenario	Probabilidad
Escenario 01 - 11111. Todos los ejes serán Buenos.	0.239
Escenario 32 – 00000. Ningún eje será Bueno.	0.21
Escenario 17 – 01111. Casi todos serán Buenos salvo por la Infraestructura tecnológica.	0.07
Escenario 03 - 11101. Casi todos serán Buenos excepto la Extensión	0.066
Escenario 09 – 10111. Casi todos serán Buenos menos la Investigación y la Innovación	0.065
Escenario 02 -11110. Casi todos serán Buenos pero la Gestión administrativa no lo será.	0.046
Escenario 11 – 10101. La infraestructura tecnológica, el contexto y la gestión administrativa serán Buenas.	0.041
Escenario 25 – 00111. El contexto, la extensión y la gestión administrativa serán Buenas.	0.031
Escenario 05 – 11011. El contexto no será Bueno, pero los otros si.	0.023
Probabilidad acumulada	0.791

Explicación de los Escenarios

Para facilitar la lectura y la comprensión de estos códigos, a continuación se presenta una descripción visual del significado de cada posición en el código del escenario, donde un cero (0) en esa posición significa que el eje no estará en una situación buena y un uno (1) significa que el eje si estará en un estado bueno.

Ilustración 2. Significado de cada posición en el código del escenario



Escenario 01 - 11111: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 23,9%. Este escenario corresponde a que los ejes de Infraestructura Tecnológica, Investigación e Innovación, Contexto, Extensión y Gestión Administrativa estarán en una situación buena.

Escenario 32 - 00000: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 21%. Este escenario corresponde a que los ejes de Infraestructura Tecnológica, Investigación e Innovación, Contexto, Extensión y Gestión Administrativa no estarán en una situación buena.

Escenario 17 - 01111: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 7%. Este escenario corresponde a que el eje de Infraestructura Tecnológica no estaría en situación buena y los ejes de Investigación e Innovación, Contexto, Extensión y Gestión Administrativa se encontrarían en una situación buena.

Escenario 03 - 11101: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 6,6%. Este escenario corresponde a que los ejes de Infraestructura Tecnológica, Investigación e Innovación, Contexto y Gestión Administrativa se encontrarían en una situación buena y el eje de Extensión no estaría en una situación buena.

Escenario 09 - 10111: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 6,5%. Esto corresponde a que los ejes de Infraestructura Tecnológica, Contexto, Extensión y Gestión Administrativa se encontrarían en una situación buena y el escenario Investigación e Innovación no lo estaría.

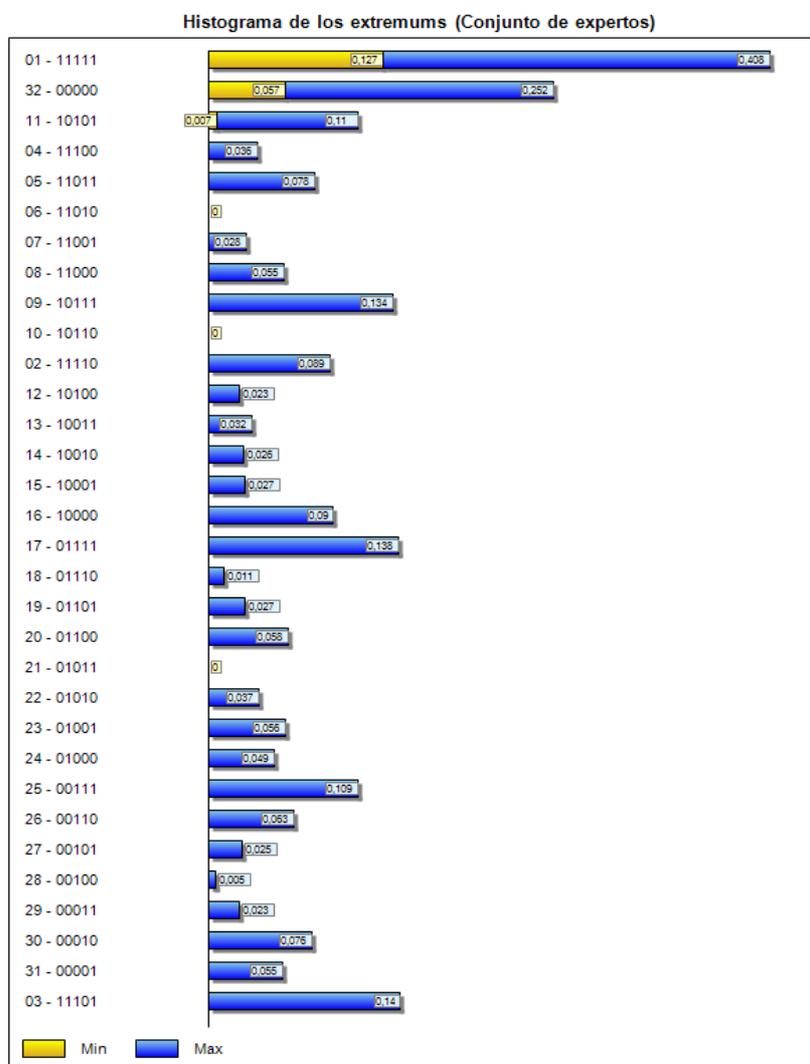
Escenario 02 - 11110: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 4,6%. Este escenario corresponde a que los ejes de Infraestructura Tecnológica, Investigación e Innovación, Contexto y Extensión se encontrarían en una situación buena y el eje de Gestión Administrativa no lo estaría.

Escenario 11 - 10101: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 4,1%. Este escenario corresponde a que es los ejes de Infraestructura Tecnológica, Contexto y Gestión Administrativa se encontrarían en una situación buena y los escenarios Investigación e Innovación y Extensión no estarán en una buena situación.

Escenario 25 - 00111: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 3,1%. Este escenario corresponde a que los ejes de Infraestructura Tecnológica e Investigación e Innovación no se encontrarían en una situación buena mientras que los ejes de Contexto, Extensión y Gestión Administrativa si lo estarán.

Escenario 05 - 11011: La probabilidad de que encontremos que en el 2020 el escenario es del 2,3%. Este escenario corresponde a que los ejes de Infraestructura Tecnológica, Investigación e Innovación, Extensión y Gestión Administrativa se encontrarían en una buena situación pero el eje de Contexto no lo estaría.

Ilustración 3. Rango de probabilidades de los escenarios



Escenario Más Probable

Escenario 01 – 11111

Este es un escenario optimista en el cuál el Centro de Ciencia Básica logra que la situación de todos los ejes de interés sea buena en el año 2020. Este escenario corresponde a un Centro innovador que se actualiza constantemente y que facilita las actividades de extensión académica, con una buena infraestructura tecnológica

representada en laboratorios dotados con sistemas de alta tecnología, los cuales soportan la interacción del Centro con otros centros de Ciencia Básica de diferentes Universidades y con otras facultades de la UPB.

La probabilidad de este escenario es de 23.9%.

Escenario Pesimista

Escenario 32 – 00000

Este es un escenario pesimista en el cuál la situación de todos los ejes planteados para el ejercicio no estarán en una situación buena, lo que implica que el Centro no será innovador, no participará ampliamente en procesos de extensión académica, no poseerá laboratorios bien dotados, lo que no le permitirá al centro ser líder en temas de investigación e innovación.

La probabilidad de este escenario es de 21.0%.

Escenario Tendencial

Escenario 32 – 00000

De acuerdo con el análisis de algunos integrantes del Centro de Ciencia Básica junto con su Director, analizando las razones de la alta probabilidad del escenario pesimista, teniendo presente el estado retrospectivo de todos los ejes, y suponiendo que no se realice ninguna intervención estratégica que genere las rupturas de esta tendencia, se encontraría que el escenario pesimista (32), en el cual ninguno de los ejes será bueno, es también el escenario Tendencial hacia donde se dirigiría el Centro de Ciencia Básica.

Las razones para elegir este escenario como tendencial se fundamentan en el diagnóstico y en la evaluación de las situaciones que se presentan en los cinco ejes estratégicos:

En cuanto al eje de **Infraestructura Tecnológica** se encuentra que el Centro de Ciencia Básica no cuenta con la tecnología apropiada para el desarrollo de las actividades administrativas y académicas, es decir, no posee sistemas de información diferentes al sistema SIGAA que le permitan realizar labores de medición de las acciones de gestión y vigilancia tecnológica, para mantener actualizado su currículo de acuerdo a las tendencias mundiales en Ingeniería; además su cuerpo docente no cuenta con capacitación periódica en el manejo de las herramientas tecnológicas disponibles, lo que hace que éstas no se aprovechen adecuadamente, como es el caso de las redes de conocimiento (ejemplo RUANA, Universia, entre otras).

De otro lado, no se cuenta con laboratorios en el área de Matemáticas y los que están relacionados con las áreas de Física y Química no están dotados con herramientas de medición modernas, ni sistemas de cómputo actualizados y adicionalmente no poseen programas de software con varias herramientas de cálculo científico y de simulación.

Evaluando el eje de **Investigación en Innovación** se observa que hay pocos grupos de Investigación en temáticas de Ciencia Básica para Ingeniería, principalmente en las áreas de Física y Matemáticas (Grupo de Óptica y Espectroscopía - GOE, Grupo de Investigación en Matemáticas - GMAT), y aunque se está gestando un grupo de investigaciones en Química, los grupos actuales resultan insuficientes ante los retos regionales, nacionales y mundiales de producción de nuevos conocimientos y aplicaciones para Ingeniería. Para este eje no hay planteados proyectos futuros que pretendan la conformación de nuevos grupos de investigación, ni la creación de programas de postgrado, aparte del doctorado con énfasis en Óptica soportado por el grupo de investigación GOE, en temas de Ciencia Básica para Ingeniería, lo que no permite la inclusión de nuevos investigadores y si un posible estancamiento del Centro en solamente asuntos docentes, dejando de lado la innovación y la relación con empresas del sector

productivo que podrían habilitar al Centro para participar en diferentes convocatorias del SENA y COLCIENCIAS en las que se requiere la relación Universidad – Empresa como requisito.

El **Contexto** externo que rodea el accionar del Centro de Ciencia Básica no está en una situación buena, por cuanto la inversión del Estado en Ciencia y Tecnología, especialmente en lo que tiene que ver con investigación básica, todavía es muy baja comparada con otros países, los programas de Ingeniería no involucran al Centro de Ciencia Básica en los proyectos desarrollados en sus grupos de investigación y adicionalmente la presentación de proyectos académicos y de investigación al Centro Integrado para el Desarrollo de la Investigación CIDI está limitada a una pequeña cifra por año.

El eje **Extensión** está afectado por el eje de Investigación e Innovación, ya que la extensión se entiende como el espacio de difusión y capacitación en nuevos conocimientos a la comunidad en general interesada en temas de Ciencia Básica para ingeniería. Desde este punto de vista, si no se toman acciones en pro de la Investigación, no habrá conocimientos nuevos e interesantes para entregar a la sociedad a través de la extensión académica.

El eje de **Gestión Administrativa** debe ser revisado, pues hasta el momento no se ha implementado un sistema de medición que permita establecer metas de gestión e ir monitoreando su debido cumplimiento, las cuales son fundamentales para evaluar, tomar acciones proactivas y correctivas y mejorar el funcionamiento integral del Centro de Ciencia Básica, en armonía con los procesos administrativos de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Escenario Apuesta

Escenario 01 – 11111. Todo bueno.

Dado que este escenario es el de mayor probabilidad, sumado al anhelo del bien común, se concluye que este sería el escenario deseable para el Centro de Ciencia Básica.

El Centro de Ciencia Básica, como una de las Unidades Académicas de la Universidad Pontificia Bolivariana debe estar en un proceso de mejoramiento continuo tanto en sus tres macro procesos de valor, como en los dos de apoyo, que se ven reflejados en el eje denominado Gestión Administrativa. De otro lado, se debe recordar que en la planeación estratégica de la Universidad hacia el 2015, plantea cuatro objetivos prospectivo - estratégicos, a los cuales el Centro debe ayudar a lograr.

Por tanto se establece como líneas de horizonte cada uno de estos ejes así:

El Centro para su desarrollo y gestión ha de contar con una buena y adecuada infraestructura tecnológica (no sólo instrumental), que soporte su estructura y permita el desarrollo armonioso de los macro procesos de valor y de cada uno de los actores.

La investigación, la innovación, la gestión y la transferencia de conocimiento han de ser la base de las actividades y acciones del Centro de Ciencia Básica, y los pilares para la construcción re_ construcción de su propia estructura.

Las interrelaciones del Centro, tanto al interior como al exterior han de potenciar su desarrollo y funcionamiento contextualizado con las necesidades presentes y futuras del medio, del hombre y de la sociedad.

El Centro de Ciencia Básica, puede decidirse por hacer alianzas estratégicas con otras unidades académicas de la U.P.B o de otras universidades para llevarlas a cabo. En otras palabras, le apostamos a hacer buena extensión pero preferiblemente en alianza con otros y a estar bien en los otros cuatro ejes.

El centro ha de contar con una gestión administrativa, ágil, moderna y efectiva y acorde con las metas, sueños y demandas.

Análisis de Escenarios por Grupos de Expertos

Posterior al análisis de escenarios, ubicando a los expertos en un único grupo, se realizó la división de los participantes en el ejercicio de construcción de escenarios en dos grupos de acuerdo al rol desempeñado en el Centro de Ciencia Básica y en otras áreas de la Universidad Pontificia Bolivariana como la Escuela de Ingenierías y el Centro Integrado para el Desarrollo de la Investigación CIDI. Los expertos quedaron divididos en dos grupos: Directivos y Docentes.

La distribución de expertos se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 51. Listado de expertos por grupo

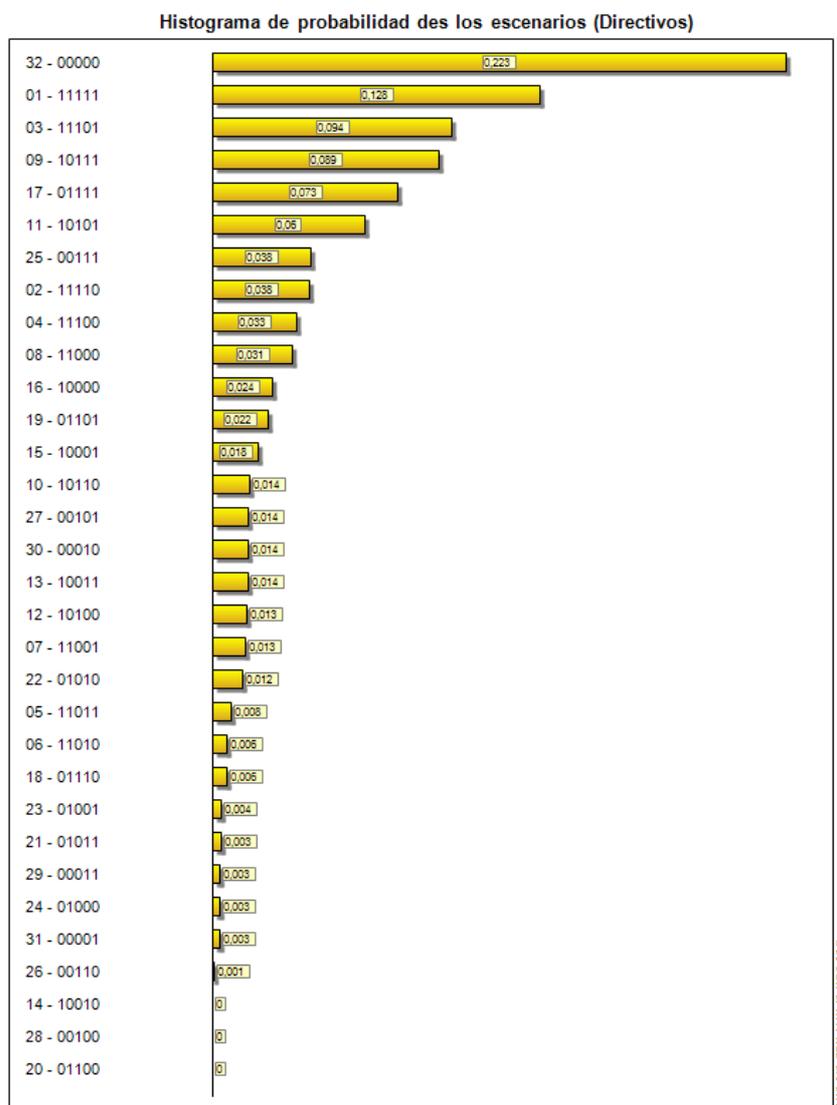
N°	Apellido	Nombre	Grupo
1	Ramírez	Elmer	Directivos
2	López	Guillermo	Directivos
3	Lopera	Jairo	Directivos

N°	Apellido	Nombre	Grupo
1	Valencia	Gabriel	Docentes
2	Llerena	Ricardo	Docentes
3	Cardona	Oscar	Docentes
4	Escobar	Héctor	Docentes
5	Montoya	Luis	Docentes
6	Clavijo	Egidio	Docentes

Probabilidades de los Escenarios de Acuerdo a la Visión de los Directivos

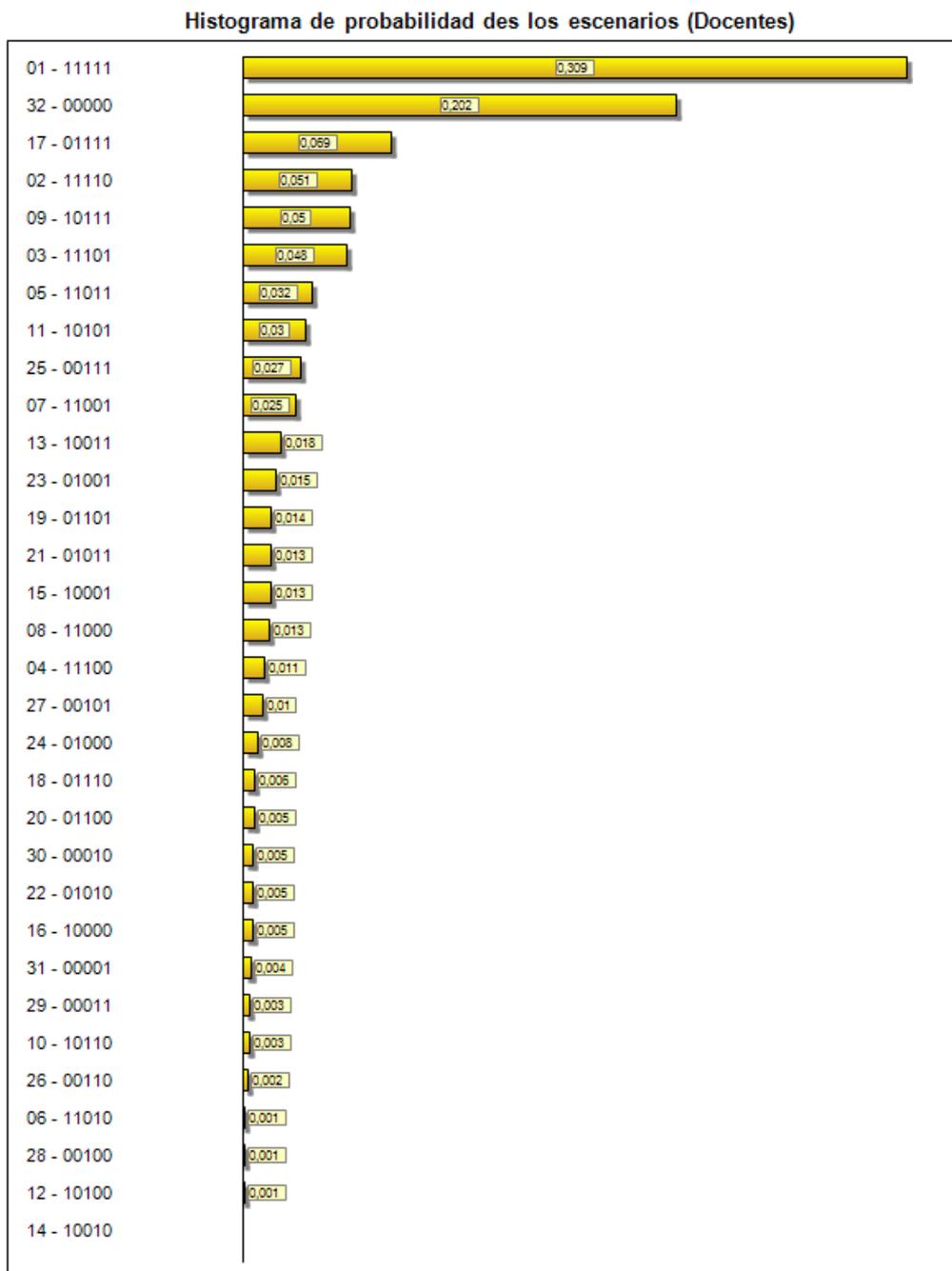
A continuación se presenta el histograma de probabilidades de los escenarios, de acuerdo a la visión de los directivos.

Ilustración 4. Histograma de probabilidades de los escenarios, visión de los directivos



Probabilidades de los Escenarios de Acuerdo a la Visión de los Docentes

Ilustración 5. Histograma de probabilidades de los escenarios, visión de los docentes



Observaciones

Una vez observados los histogramas de probabilidades de los escenarios desde la visión de los Directivos y los Docentes de forma separada, se encuentra que el escenario más probable para el grupo de los Directivos, que corresponde a un escenario pesimista en el que todos los ejes estratégicos del sistema no se encuentran en una situación buena, es diametralmente opuesto con el escenario más probable calculado a partir de las respuestas de los expertos pertenecientes al grupo de Docentes, ya que para este último grupo el escenario más probable es el escenario optimista, en el que todas las hipótesis del ejercicio resultan verdaderas, es decir, la situación de los cinco (5) ejes será buena en el año 2020.

Es importante anotar que la probabilidad más alta, que define el escenario más probable, es mayor en el caso del escenario optimista desde la percepción de los Docentes con un valor del 30.9% en contraste con un 22.3% que define como más probable el escenario pesimista desde la visión del grupo de Directivos. Esta diferencia porcentual puede explicar el hecho de que al unir los dos grupos y recalculan las probabilidades de los escenarios, el escenario ganador en términos de probabilidades sea el escenario optimista. Sin embargo, está marcada dualidad muestra que aunque muy probablemente el sistema que representa al Centro de Ciencia Básica de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín con la participación de los actores involucrados en él y regidos por una estrategia de mejoramiento acertada, logre que sus cinco ejes principales se encuentren en una situación buena en el año 2020, también es cierto que por la correlación de los ejes, debido a que algunas variables se encuentran simultáneamente en varios de ellos, el escenario pesimista puede también ser la realidad del Centro de Ciencia Básica en el 2020, pues si una de estas variable lleva a un eje a una situación que no es buena, estará también haciendo que otros ejes a los que pertenezca no

alcancen el punto deseado. Es decir, las variables que se encuentran en varios ejes causan un efecto multiplicador sea positivo o negativo sobre el sistema.

Los Directivos, quienes están más cercanos a la responsabilidad del planteamiento de estrategias y que por su rol conocen ciertos aspectos de la dinámica del sistema, en lo que tiene que ver con condiciones presupuestales, culturales y temporales para apalancar proyectos de mejoramiento de los ejes, están alertando a todos los actores que influyen en el Centro de Ciencia Básica de la necesidad de planear una estrategia coherente en pro de lograr las mejores condiciones de competitividad para el sistema que se encuentra bajo estudio.

ANEXO D. INFORME EJECUTIVO PRIMERA RONDA DELPHI

ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL ÁREA DE QUÍMICA 2010 –2020, PARA EL
CENTRO DE CIENCIA BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA, SECCIONAL MEDELLÍN

Informe Ejecutivo
Primera Ronda Delphi

Informe Elaborado Por:

WILDER PERDOMO CHARRY
E-Mail: wpsystems@gmail.com

Director del Proyecto:

JHON WILDER ZARTHA SOSSA.
E-Mail: jhon.zartha@upb.edu.co

Grupo de Política y Gestión Tecnológica
Escuela de Ingenierías
Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Medellín

1. PRESENTACIÓN

El presente estudio se enmarca en el Programa de Prospectiva Estratégica (PPE) para la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín, para el cual se formularon diferentes proyectos derivados, enfocados en las distintas áreas específicas de los programas de pregrado.

El estudio Delphi se desarrolla a través de tres rondas, permitiendo identificar las prioridades académicas e investigativas.

El informe ejecutivo que a continuación se presenta resume claramente los resultados obtenidos durante el ejercicio de primera ronda del Estudio de Prospectiva del Área de Química para Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana, dicha actividad se desarrolló entre el mes de diciembre del año 2008 y febrero de 2009.

2. OBJETIVO

Identificar los temas genéricos y prioritarios del área de Química que deben hacer parte de un programa integral y transversal de la Escuela de Ingeniería, en el horizonte del año 2020, para que le permitan a éste, existir y tener liderazgo en el medio.

3. METODOLOGIA

Consulta estructurada, anónima y reiterativa a expertos Colombianos residentes en el Departamento de Antioquia, Municipio de Medellín, profesionales en Química, bien sea de Ingeniería o de Ciencia Básica, por medio de la técnica Delphi.

Las preguntas están dirigidas para priorizar un listado de temas genéricos, con la posibilidad de agregar el tema que considere el experto pueda hacer falta.

Esta primera ronda no es concluyente y por lo tanto se presentan resultados en forma esquemática, para la consideración de los expertos en una segunda ronda de consenso.

El ejercicio de esta primera ronda está dividido en dos partes: una que constituye la visión integral del área de la Química (futuro - tendencias) a nivel global, regional y país conformado por algunas temáticas y electivas del área de Química para Ingeniería y su aplicación e importancia estratégica en el quehacer de la empresa (industria) y el desarrollo profesional de cada individuo, además de las respectivas metodologías de enseñanza, las herramientas de software para el aprendizaje, las expectativas para con el mercado laboral y académico frente a competencias y habilidades, la solución de problemas que involucran la química, el nivel de rapidez con que las empresas en Colombia se adaptan a las mejoras transversales en esta área, tipos y niveles de formación que demanda y tienen mas relevancia en el medio o entorno laboral, enfoques educativos de programas de pregrado y posgrado con formación transerval del área de la química, y una segunda parte con preguntas de selección múltiple dónde se pretende indagar sobre la cantidad de créditos que se deben ejecutar desde Ciencia Básica, la concepción de los programas curriculares de Ingeniería y la duración promedio de los mismos, todo proyectado a los próximos diez años.

4. GRUPO OBJETIVO

A la consulta se invitaron como panelistas a setenta y cinco (75) expertos de universidades, sector público y privado.

5. RESPUESTAS

La consulta estructurada fue diligenciada por veintiséis (26) expertos departamentales, representando un 34,67% de efectividad en la respuesta con relación a las encuestas enviadas.

6. RESULTADOS PRINCIPALES

Los siguientes gráficos muestran algunas características de los encuestados:

Ilustración 6. Sector laboral expertos

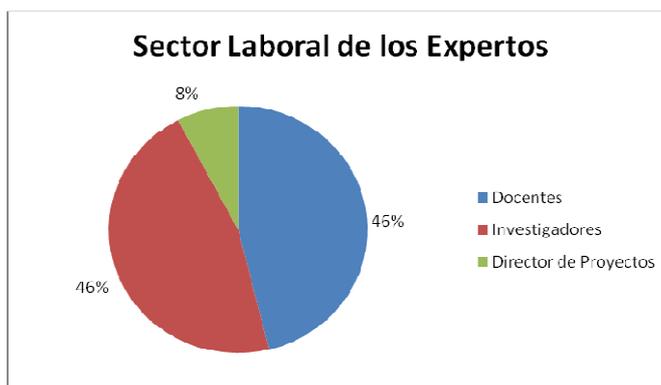


Ilustración 7. Género de los expertos

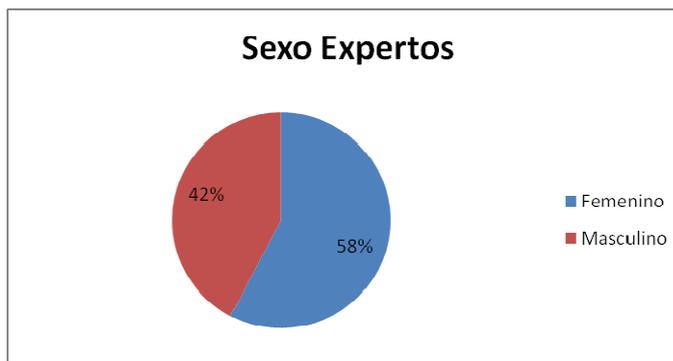


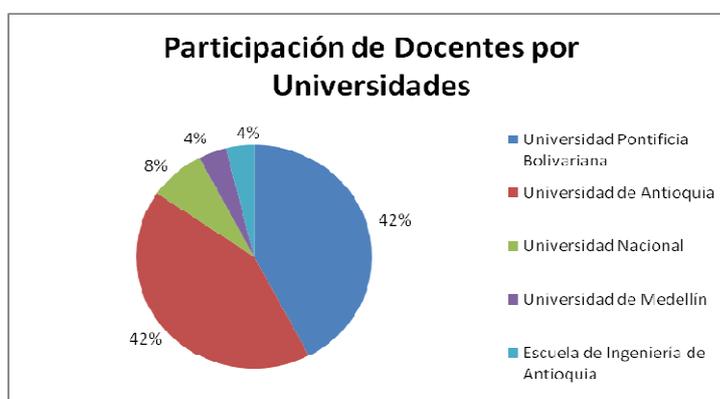
Ilustración 8. Título de pregrado de los expertos



Ilustración 9. Expertos según el nivel académico



Ilustración 10. Universidades a las que pertenecen los expertos



Seguidamente se presentan los cálculos estadísticos realizados con las respuestas de los participantes del panel, en relación con las preguntas temáticas realizadas con respecto a los diferentes temas del área de la química como eje transversal en los diferentes procesos de aprendizaje de la Escuela de Ingenierías.

6.1 TEMÁTICAS

Las temáticas que se pusieron a consideración de los expertos en la primera ronda fueron las siguientes:

Tabla 52. Temas evaluados en la primera ronda Delphi

N°	TEMÁTICAS
1	Química y Sociedad
2	Técnicas de Laboratorio Químico
3	Química Inorgánica I-II
4	Química Analítica I-II
5	Fisioquímica I-II
6	Química Orgánica I-II-III
7	Análisis Instrumental
8	Administración y Control de la Calidad
9	Química Industrial
10	Métodos Numéricos en Química
11	Ecología
12	Química Cuántica I-II
13	Bioquímica I-II
14	Modelos Atómicos
15	Gases
16	Diluciones
17	Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico.
18	Orbitales híbridos, símbolos electrónicos, fórmulas de Lewis.
19	Reacción de neutralización con ácidos oxácidos
20	Cinética química
21	Equilibrio en soluciones acuosas
22	Modelo de Bhor
23	Electroquímica
24	Calorimetría
25	Química de Proteínas

N°	TEMÁTICAS
26	Enzimas
27	Carbohidratos
28	Lípidos
39	Ácidos Nucléicos
30	Vitaminas

Los primeros trece (13) temas hacen parte de las asignaturas que sobresaldrán a nivel académico por su importancia estratégica en el quehacer de las empresas y en el desarrollo profesional de cada individuo, las diecisiete (17) restantes son las áreas previstas en el futuro de la Química y fueron evaluadas según la escala que se muestra a continuación:

0. No sabe / No responde
1. No importante
2. Poco importante
3. Medianamente importante
4. Importante
5. Muy importante

6.2 DEFINICIÓN DE GRUPOS DE PRIORIDAD

Con el porcentaje promedio de consenso de cada grupo, se estableció que un tema se consideraría como prioritario en la primera ronda si presentaba un porcentaje de consenso superior al promedio, siendo ésta una variable prevalente en la decisión de prioridades, y un valor modal mayor o igual a 4 en la calificación.

Los temas con un valor modal mayor o igual a 4, pero con un porcentaje de consenso menor al promedio, se clasificaron en el grupo de temas en discusión.

Los demás temas que tengan un valor modal en la calificación inferior a 4, con cualquier porcentaje de consenso, se clasificaron como no prioritarios en la primera ronda Delphi.

Se obtuvo el porcentaje de consenso de las áreas académicas más representativas, las cuales están enfocadas a los servicios que presta el Centro de Ciencia Básica a la Escuela como tal.

El procesamiento de información consiste en el cálculo de la distribución de frecuencias para las calificaciones dadas a los temas y el porcentaje de consenso para cada tema.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la primera ronda Delphi:

Tabla 53. Valor promedio de los porcentajes de consenso

PREGUNTAS		
1.1	1.2	23
47,34%	44,38%	41,24%

Tabla 54. Temas Prioritarios y de Discusión del Centro de Ciencia Básica Área de Química

Variables	Tema	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1.1 Importancia estratégica en el quehacer de las empresas	Química y Sociedad	3	7	26,92
	Técnicas de Laboratorio Químico	5	15	57,69
	Química Inorgánica I-II	4	13	50,00
	Química Analítica I-II	5	15	57,69
	Fisioquímica I-II	4	12	46,15
	Química Orgánica I-II-III	5	13	50,00
	Análisis Instrumental	5	19	73,08
	Administración y Control de la Calidad	5	19	73,08
	Química Industrial	5	17	65,38
	Métodos Numéricos en Química	4	6	23,08
	Ecología	5	8	30,77
	Química Cuántica I-II	2	8	30,77
	Bioquímica I-II	5	8	30,77
	QUÍMICA AMBIENTAL*			
	INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN*			
ANÁLISIS INDUSTRIAL*				

Variables	Tema	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1.2 Importancia estratégica en el desarrollo profesional de cada individuo	Química y Sociedad	5	9	34,62
	Técnicas de Laboratorio Químico	4	14	53,85
	Química Inorgánica I-II	4	12	46,15
	Química Analítica I-II	5	14	53,85
	Fisioquímica I-II	5	11	42,31
	Química Orgánica I-II-III	5	11	42,31
	Análisis Instrumental	5	17	65,38
	Administración y Control de la Calidad	5	14	53,85
	Química Industrial	5	12	46,15
	Métodos Numéricos en Química	4	8	30,77
	Ecología	5	11	42,31
	Química Cuántica I-II	3	6	23,08
	Bioquímica I-II	5	11	42,31
23 Áreas futuro de la Química	Modelos Atómicos	3	6	23,08
	Gases	4	10	38,46
	Diluciones	5	10	38,46
	Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico.	5	13	50,00

Variables	Tema	Moda	Frec. Modal	% Consenso
	Orbitales híbridos, símbolos electrónicos, fórmulas de Lewis.	3	8	30,77
	Reacción de neutralización con ácidos oxácidos	5	9	34,62
	Cinética química	5	16	61,54
	Equilibrio en soluciones acuosas	5	14	53,85
	Modelo de Bhor	3	7	26,92
	Electroquímica	5	13	50,00
	Calorimetría	4	9	34,62
	Química de Proteínas	4	10	38,46
	Enzimas	4	10	38,46
	Carbohidratos	4	14	53,85
	Lípidos	4	12	46,15
	Ácidos Nucléicos	4	9	34,62
	Vitaminas	4	10	38,46

** Las filas sombreadas de color VERDE son los temas que pasan a discusión en la segunda ronda por ser sugerencias y aportes por parte de los expertos a la encuesta temática de esta primera ronda Delphi.*

7. SELECCIÓN DE TEMAS PRIORITARIOS Y EN DISCUSIÓN

Para la selección de temas PRIORITARIOS se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- El tema debe haber sido considerado como importante o muy importante por la mayoría de los expertos, esto es, la moda de las variables 1.1, 1.2 y 23 para cada temática en estudio debe ser mayor o igual a 4.
- El porcentaje de consenso alcanzado en la calificación de cada temática, debe ser superior al porcentaje promedio de consenso de los grupos de variables. Para este primer ejercicio, el promedio del porcentaje de consenso de cada variable fue de 47.34%, 44.38% y 41.24%, respectivamente.

Los temas considerados como temas EN DISCUSIÓN son los que siendo calificados por la mayoría de los expertos como Importantes o Muy Importantes (moda mayor a 4), no alcanzaron a superar el promedio del porcentaje de consenso.

Los temas que no quedaron clasificados ni como temas prioritarios, ni como temas en discusión; fueron catalogados como NO PRIORITARIOS, por lo que no serán consultados en la segunda ronda Delphi.

Las temáticas se encuentran clasificadas en la siguiente tabla:

Tabla 55. Clasificación de temas de la primera ronda Delphi

N°	Clasificación	Temáticas
1	PRIORITARIA	Análisis Instrumental
2	PRIORITARIA	Administración y Control de la Calidad
3	PRIORITARIA	Química Industrial
4	PRIORITARIA	Técnicas de Laboratorio Químico

N°	Clasificación	Temáticas
5	PRIORITARIA	Química Inorgánica I-II
6	PRIORITARIA	Química Analítica I-II
7	PRIORITARIA	Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico.
8	PRIORITARIA	Cinética química
9	PRIORITARIA	Equilibrio en soluciones acuosas
10	PRIORITARIA	Electroquímica
11	PRIORITARIA	Carbohidratos
12	PRIORITARIA	Lípidos
13	EN DISCUSIÓN	Fisioquímica I-II
14	EN DISCUSIÓN	Química Orgánica I-II-III
15	EN DISCUSIÓN	Ecología
16	EN DISCUSIÓN	Bioquímica I-II
17	EN DISCUSIÓN	Gases
18	EN DISCUSIÓN	Diluciones
19	EN DISCUSIÓN	Reacción de neutralización con ácidos oxácidos
20	EN DISCUSIÓN	Calorimetría
21	EN DISCUSIÓN	Química de Proteínas
22	EN DISCUSIÓN	Enzimas
23	EN DISCUSIÓN	Ácidos Nucléicos
24	EN DISCUSIÓN	Vitaminas
25	NO PRIORITARIO	Química y Sociedad
26	NO PRIORITARIO	Métodos Numéricos en Química
27	NO PRIORITARIO	Química Cuántica I-II
28	NO PRIORITARIO	Modelos Atómicos
29	NO PRIORITARIO	Orbitales híbridos, símbolos electrónicos, fórmulas de Lewis.

N°	Clasificación	Temáticas
30	NO PRIORITARIO	Modelo de Bhor

Nota: Es importante hacer claridad que los expertos marcaron en las preguntas número 1.1 y 1.2, ponderaciones similares que permitieron dar cuenta de la importancia de ciertas temáticas tanto a nivel de empresa y desarrollo profesional. Por lo tanto se hizo más fácil la clasificación de temas PRIORITARIOS y EN DISCUSIÓN.

7.1 NUEVOS TEMAS

Una parte importante de la primera ronda fue preguntar a los expertos acerca de nuevas temáticas que podrían ser importantes en el área de Química para Ingeniería en el año 2020. Los temas propuestos por lo expertos fueron los siguientes:

Tabla 56. Temas propuestos por los expertos

N°	TEMÁTICAS
1	Química Ambiental
2	Introducción a la Administración
3	Análisis Industrial

Sobre las nuevas temáticas se incluirán como temas en Discusión en la encuesta de segunda ronda Delphi para determinar si son temáticas prioritarias o no lo son.

8. OTROS TEMAS ESTRATÉGICOS

En esta parte del ejercicio se hicieron preguntas acerca de las respectivas metodologías de enseñanza, las herramientas de software para el aprendizaje, las

expectativas para con el mercado laboral y académico frente a competencias y habilidades, la solución de problemas que involucran la química, el nivel de rapidez con que las empresas en Colombia se adaptan a las mejoras transversales en esta área, tipos y niveles de formación que demanda y tienen más relevancia en el medio o entorno laboral, enfoques educativos de programas de pregrado y posgrado con formación transversal del área de la química y los mecanismos de integración de los conocimientos adquiridos en las aulas de clase con procesos investigativos.

Las siguientes fueron las escalas de calificación utilizadas para cada pregunta:

0. No sabe / No responde
1. No es importante/relevante
2. Poco importante/relevante
3. Medianamente importante/relevante
4. Importante/relevante
5. Muy importante/relevante

8.1 RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 57. Temas propuestos por los expertos

N°	Perfiles	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Aeronáutica	3	6	23,08
2	Agroindustrial	5	13	50,00
3	Eléctrica	3	7	26,92
4	Electrónica	3	8	30,77
5	Telecomunicaciones	1	7	26,92
6	Informática	2	7	26,92
7	Industrial	5	10	38,46
8	Mecánica	3	9	34,62

N°	Perfiles	Moda	Frec. Modal	% Consenso
9	Química	5	23	88,46
10	Textil	5	14	53,85

Tabla 58. Expectativas del mercado laboral Colombiano

N°	Expectativas	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Certificaciones	5	10	38,46
2	Niveles de Formación	5	11	42,31
3	Orientación de Cada Perfil Profesional	4	10	38,46

Tabla 59. Expectativas del mercado laboral Colombiano

N°	Herramientas de enseñanza	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Enseñanza de la Química a través de Clases Magistrales	5	14	53,85
2	Enseñanza de la Química a través de Ambientes Virtuales	4	12	46,15
3	Enseñanza de la Química a través de Laboratorios, pero con Herramientas de Cómputo Científicas	5	13	50,00
4	Enseñanza de la Química a través de Prácticas de Laboratorio Presenciales, Manejando Casos Prácticos	5	18	69,23

Tabla 60. Desempeño y nivel de injerencia de la transversalidad de la química

N°	Desempeño y nivel	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Permanencia de Indicadores	0	8	30,77
2	Crecimiento	4	8	30,77
3	Decrecimiento	0	7	26,92
4	Mezcla de Saberes	5	14	53,85

Tabla 61. Niveles de formación que demanda más el medio

N°	Niveles de formación	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Técnico	5	8	30,77
2	Tecnólogo	4	11	42,31
3	Ingeniero	4	10	38,46
4	Especialista	3	8	30,77
5	Magister	3	8	30,77
6	Doctor	5	10	38,46

Tabla 62. Tipos de formación, relevancia en el entorno laboral para el área de química

N°	Tipos de formación	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Certificaciones	4	7	26,92
2	Diplomados	2	8	30,77
3	Estudios de Pre-Grado	4	10	38,46
4	Estudios de Profesionalización	4	8	30,77
5	Estudios de Pos-Grado	5	12	46,15

Tabla 63. Enfoque educativo de un programa de pre-grado de formación transversal con el área de Química

N°	Enfoque educativo	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Técnica (Teórica-Conceptual)	5	14	53,85
2	Prácticas de Laboratorio	5	19	73,08
3	Gestión de Infraestructura	3	13	50,00
4	Administrativa - Gerencial	3	12	46,15
5	Mercadeo	3	11	42,31

Tabla 64. Área de desempeño en el ámbito privado y público de los futuros egresados con cierto nivel académico en el área de la Química

N°	Área desempeño	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Investigación	5	12	46,15
2	Gestión	4	10	38,46
3	Gerencia	3	12	46,15
4	Producción	4	13	50,00
5	Transformación de Productos o Servicios	5	14	53,85

Tabla 65. Enfoque de los programas de pos-grado en química

N°	Enfoque programas	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Técnica / Operacional	4	13	50,00
2	Producción / Transformación	5	14	53,85
3	Gerencial	3	8	30,77
4	Investigación en Química	5	17	65,38
5	Legal (Normas Químicas)	4	10	38,46

Tabla 66. Campos en los que el profesional egresado se desempeña o podrá desempeñarse eficazmente

N°	Campos	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Investigación Básica	5	10	38,46
2	Formación de Profesionales	3	10	38,46
3	Asesoría y Servicios	4	13	50,00
4	Ejecución de Proyectos Universidad-Empresa-Estado	5	9	34,62
5	Extensión	5	10	38,46
6	Investigación Aplicada	4	10	38,46
7	Prácticas Empresariales	4	10	38,46

Tabla 67. Integración de los cursos de Ciencia Básica a la investigación y aplicación de los conocimientos adquiridos

N°	Opciones	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Los estudiantes participan en las fases de análisis, estudio e implementación de los proyectos de investigación que se adelantan en los diferentes grupos de la universidad	5	10	38,46
2	Recibir capacitación en el manejo de software dedicado a problemas de naturaleza técnica y científica aplicables a los proyectos que se adelanten en la escuela o empresa del sector productivo	5	9	34,62
3	Realizar proyectos al final de los cursos sobre aplicaciones	4	9	34,62

N°	Opciones	Moda	Frec. Modal	% Consenso
	computacionales para la resolución de los problemas estudiados teóricamente			

Tabla 68. Relación dinámica entre la universidad y la empresa

N°	Relación	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Revisando necesidades del medio	5	11	42,31
2	Con canales definidos de comunicación con la empresa	5	12	46,15
3	Establecimiento de prácticas empresariales con sus docentes e investigadores	5	12	46,15

Tabla 69. Características generales que debería tener un laboratorio para cualquier rama de la Química para Ingeniería

N°	Características laboratorio	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Soporte informático	5	13	50,00
2	Software especializado	4	13	50,00
3	Pruebas y desarrollo de modelos	5	15	57,69
4	Bibliotecas virtuales	5	11	42,31
5	Orientación y seguimiento académico	5	17	65,38
6	Cursos de extensión	4	9	34,62

Tabla 70. Conocimiento de programas software que se usan en laboratorios de química

N°	Nivel de conocimiento	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	ACD / CHEMSKETCH 5.02	0	10	38,46
2	RASMOL3	0	12	46,15
3	MODEL CHEMLAB4	0	9	34,62
4	VLABQ5	0	13	50,00

Tabla 71. Programas de software que deben tenerse en un laboratorio moderno de Química para Ingeniería

N°	Programas de software	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	ACD / CHEMSKETCH 5.02	5	14	53,85
2	RASMOL3	0	10	38,46
3	MODEL CHEMLAB4	5	15	57,69
4	VLABQ5	5	13	50,00

Tabla 72. Características para la valoración de la adquisición de un software de uso práctico en un laboratorio de química

N°	Características	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Capacidad de interacción con otros programas y/o lenguajes de programación	5	12	46,15
2	Capacidad de interacción con hardware	5	12	46,15
3	Interfase amigable y de fácil implementación	5	13	50,00
4	Herramientas de visualización de pruebas de laboratorio	5	14	53,85

N°	Características	Moda	Frec. Modal	% Consenso
5	Facilidad de entrega de resultados	5	14	53,85
6	Posibilidad de trabajo en red	5	18	69,23

Tabla 73. Aplicaciones y servicios del área de la Química

N°	Aplicaciones y servicios	Moda	Frec. Modal	% Consenso
1	Química Farmacéutica	5	17	65,38
2	Calidad de Producción	5	14	53,85
3	Seguridad	5	8	30,77
4	Normas Ambientales	5	11	42,31
5	Petroquímica	5	19	73,08
6	Carboquímica	5	20	76,92
7	Calorimetría	5	13	50,00

La última parte de la encuesta consistió en un conjunto de tres preguntas de selección múltiple con única respuesta, que pretendían indagar sobre la cantidad de créditos que se deben ejecutar desde Ciencia Básica, la concepción de los programas curriculares de Ingeniería y la duración promedio de los mismos.

Los resultados se encuentran en las siguientes gráficas:

Ilustración 11. Porcentaje de créditos de Ciencia Básica en los programas de Ingeniería

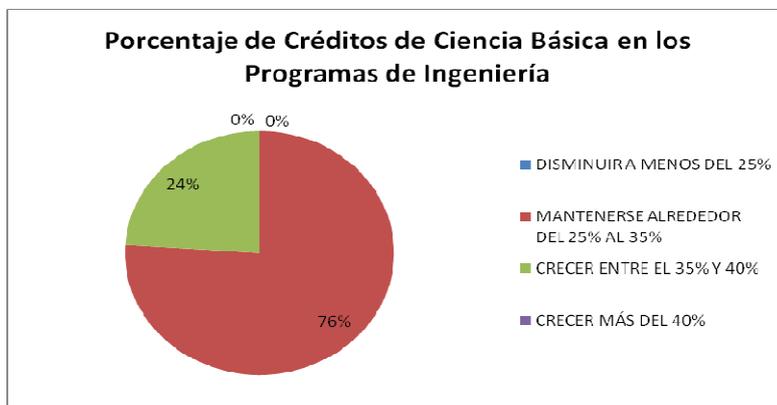


Ilustración 12. Periodicidad de las actualizaciones curriculares de los cursos de Química

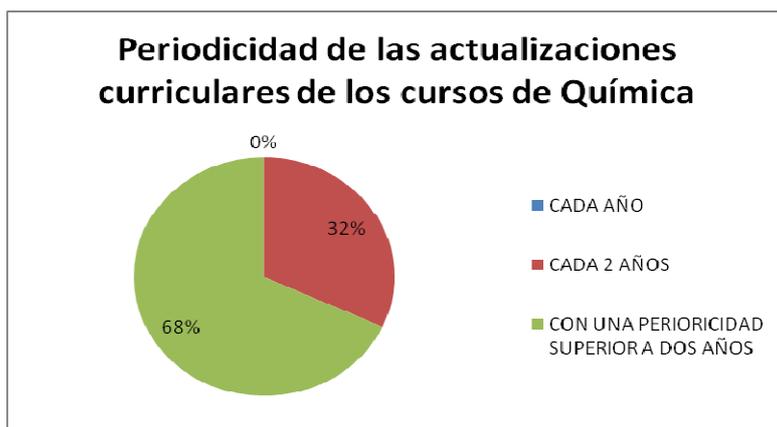
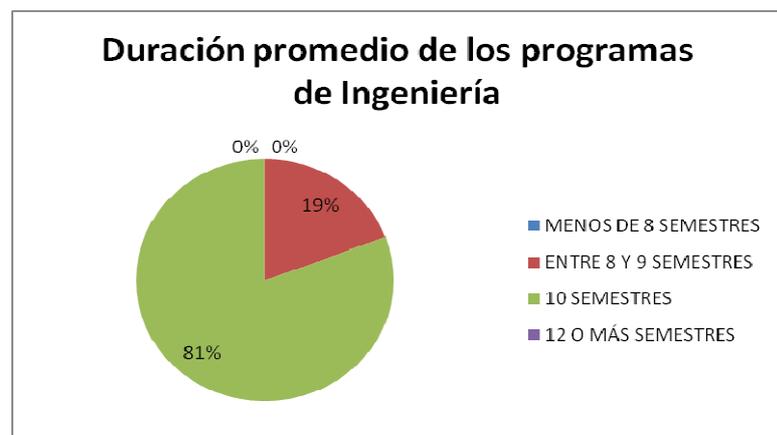


Ilustración 13. Duración promedio de los programas de Ingeniería



9. OBSERVACIONES

La cantidad de temáticas prioritarias es considerable y apta para la realización de la segunda ronda Delphi con el panel de expertos, ya que se tiene la posibilidad de intercambiar temas prioritarios con temas en discusión dado a que la cantidad de temáticas en discusión fueron doce (12) al igual que los prioritarios, de las treinta (30) expuestas inicialmente, teniendo como no prioritarias y según el porcentaje de consenso y la frecuencia modal seis (6) de éstas.

Es importante hacer claridad que los expertos marcaron en las preguntas número 1.1 y 1.2, ponderaciones similares que permitieron dar cuenta de la importancia de ciertas temáticas tanto a nivel de empresa y desarrollo profesional. Por lo tanto se hizo más fácil la clasificación de temas PRIORITARIOS y EN DISCUSIÓN.

Se espera que con las ponderaciones dadas en la segunda ronda para las nuevas temáticas sugeridas por los expertos en esta primera ronda se pueda ampliar o en su caso mantener el grupo de temas prioritarios.

En el caso de las electivas propuestas para la encuesta de primera ronda, no se tuvieron en cuenta en la selección de temáticas ya que con éstas solo buscamos identificar la importancia que se puede dar a futuro en la implementación y ejecución de las mismas, logrando una contextualización curricular.

Los expertos coincidieron en que las temáticas química y sociedad, métodos numéricos en química y química cuántica I-II son NO PRIORITARIAS en la primera ronda Delphi y por tanto no se tienen en cuenta para la segunda ronda, según el criterio de que el valor modal de calificación debe ser inferior a 4, y tener cualquier porcentaje de consenso.

Los resultados de las preguntas acerca de las metodologías de enseñanza, las herramientas de software para el aprendizaje, las expectativas para con el mercado laboral y académico frente a competencias y habilidades, la solución de problemas que involucran la química, el nivel de rapidez con que las empresas en Colombia se adaptan a las mejoras transversales en esta área, tipos y niveles de formación que demanda y tienen más relevancia en el medio o entorno laboral, enfoques educativos de programas de pregrado y posgrado con formación transversal del área de la química y los mecanismos de integración de los conocimientos adquiridos en las aulas de clase con procesos investigativos, no serán objeto de indagación en la segunda ronda, pues solamente se usarán para complementar el estudio prospectivo y presentar recomendaciones y estrategias a los directivos del Centro de Ciencia Básica de la Universidad Pontificia Bolivariana.

ANEXO E. INFORME EJECUTIVO SEGUNDA RONDA DELPHI

ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL ÁREA DE QUÍMICA 2010 –2020, PARA EL
CENTRO DE CIENCIA BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA, SECCIONAL MEDELLÍN

Informe Ejecutivo
Segunda Ronda Delphi

Informe Elaborado Por:
WILDER PERDOMO CHARRY
E-Mail: wpsystems@gmail.com

Director del Proyecto:
JHON WILDER ZARTHA SOSSA.
E-Mail: jhon.zartha@upb.edu.co

Grupo de Política y Gestión Tecnológica
Escuela de Ingenierías
Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Medellín

1. PRESENTACIÓN

El presente estudio se enmarca en el Programa de Prospectiva Estratégica (PPE) para la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín, para el cual se formularon diferentes proyectos derivados, enfocados en las distintas áreas específicas de los programas de pregrado.

El informe ejecutivo que a continuación se presenta resume claramente los resultados obtenidos durante el ejercicio de segunda ronda del Estudio de Prospectiva del Área de Química para Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana, dicha actividad se desarrolló entre el mes de febrero y marzo del año 2009.

2. OBJETIVO

Presentar a los expertos las temáticas evaluadas en la primera ronda que resultaron PRIORITARIAS o EN DISCUSIÓN de acuerdo al criterio expresado en el primer informe ejecutivo, para que los expertos tengan la oportunidad de redefinir los grupos, excluyendo variables del grupo de PRIORITARIAS y poniéndolas EN DISCUSIÓN.

3. METODOLOGIA

Para esta segunda ronda tenemos una consulta estructurada, anónima y reiterativa a expertos Colombianos residentes en el Departamento de Antioquia, Municipio de Medellín, profesionales en Química, bien sea de Ingeniería o de Ciencia Básica, por medio de la técnica Delphi. Hay que tener en cuenta que la muestra inicialmente tomada de expertos no continúa igual ya que cinco (5) de ellos desistieron de colaborar en el proceso investigativo.

Para este siguiente ejercicio teníamos dos puntos clave: el primero era incluir dentro de las temáticas en discusión los nuevos temas relevantes propuestos por los expertos en la primera ronda, de modo que se incluyeran en el estudio,

definiendo si eran calificadas como prioritarias o en discusión por los expertos en esta ronda. El segundo punto fue presentar a los expertos las temáticas evaluadas en la primera ronda que resultaron PRIORITARIAS o EN DISCUSIÓN de acuerdo al criterio expresado en el primer informe ejecutivo, para que los expertos tuvieran la oportunidad de redefinir los grupos, excluyendo variables del grupo de PRIORITARIAS y poniéndolas EN DISCUSIÓN, con la condición de incluir el mismo número de variables del grupo de temas EN DISCUSIÓN en el grupo de temas PRIORITARIOS justificando dicho cambio.

La estructura de la encuesta de segunda ronda Delphi, pretende reestructurar y reconfigurar los grupos de temáticas PRIORITARIAS y EN DISCUSIÓN resultantes del análisis de resultados de primera ronda, adicionando algunas temáticas que fueron aportadas por algunos de los expertos en el ejercicio de ronda anterior. En esta parte se pidió a los expertos revisar los grupos presentados e intercambiar máximo dos temas entre grupos (correspondiente al 30% del número de temas prioritarios). Teniendo en cuenta que por metodología según el estudio de Barlaraman y Venkatakrishnan, es un valor porcentual estimado y es indispensable trabajar con respecto a éste.

Es importante dar a conocer cómo se tomó la decisión de solicitar a los expertos sólo dos (2) temáticas en el proceso de reorganización de grupos PRIORITARIOS y EN DISCUSIÓN. Lo anteriormente citado se logró utilizando la cantidad de temas prioritarios seleccionados en la primera ronda según cada grupo de variables (1.1, 1.2, 23) por un porcentaje del 30% correspondiente a la metodología establecida como tal, obteniendo datos aproximados a la cantidad de temas prioritarios o en discusión que se requiere intercambiar, que para este ejercicio fueron dos (2).

Cada cambio realizado debe ser justificado, logrando que estas argumentaciones sean insumo para la tercera ronda de selección de temas PRIORITARIOS DEFINITIVOS.

4. GRUPO OBJETIVO

En la consulta de segunda ronda participaron veintiuno (21) de los veintiseis (26) expertos que habían respondido a la primera ronda Delphi.

5. TEMÁTICAS APORTADAS POR EXPERTOS

Las temáticas que aportaron los respectivos expertos para la encuesta de segunda ronda fueron las siguientes:

Tabla 74. Nuevos temas evaluados en la segunda ronda Delphi

N°	Temáticas
1	Química Ambiental
2	Introducción a la Administración
3	Análisis Industrial

Estas temáticas se adicionaron al grupo EN DISCUSIÓN durante el ejercicio Delphi de segunda ronda, resaltándolas de las anteriormente seleccionadas, buscando que los panelistas seleccionaran cuales debían ser prioritarias con su debida justificación.

6. REORGANIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE TEMÁTICAS PRIORITARIAS Y EN DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan en esta parte del estudio muestran las temáticas que los expertos cambiaron de grupo entre PRIORITARIAS y EN DISCUSIÓN. El porcentaje de consenso mostrado al frente de cada una de las temáticas indica la cantidad de expertos que decidieron realizar la reasignación de la temática.

Se calculó el porcentaje de consenso como la división entre el número de expertos que excluyeron las temáticas del grupo de PRIORITARIAS y el total de expertos que respondieron la encuesta de segunda ronda delphi, en este caso fueron veintiuno (21) profesionales expertos, llevando esta cifra a términos porcentuales (por el 100%).

Los temas selectos de ambos grupos tanto de prioritarios como en discusión, junto con los argumentos de los expertos, se presentaron en una nueva encuesta para la tercera ronda del ejercicio Delphi.

7. RESULTADOS OBTENIDOS

7.1 TEMÁTICAS EXCLUIDAS DEL GRUPO DE PRIORITARIAS

Tabla 75. Temáticas excluidas del grupo de PRIORITARIAS por los expertos

N°	Temáticas	% consenso
1.1.1	Técnicas de Laboratorio Químico	33,33
1.1.8	Química Industrial	19,05
1.2.3	Química Inorgánica I-II	14,29
1.2.8	Administración y Control de la Calidad	14,29
23.4	Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico	19,05
23.13	Lípidos	14,29

7.2 TEMÁTICAS INCLUIDAS EN EL GRUPO DE PRIORITARIAS

Tabla 76. Temáticas incluidas en el grupo de PRIORITARIAS por los expertos

N°	Temáticas	% consenso
1.1.12	Química Ambiental	33,33

N°	Temáticas	% consenso
1.2.6	Química Orgánica I-II-III	38,1
23.2	Gases	23,81
23.10	Química de Proteínas	19,05

Teniendo en cuenta que para las preguntas 1.1 (Importancia estratégica en el quehacer de las empresas) y 1.2 (Importancia estratégica en el desarrollo profesional) las temáticas son iguales, al momento de tomar la decisión de incluir en el grupo de PRIORITARIAS la temática Química Orgánica I-II-II, los expertos coincidieron, pero es importante aclarar que la Química Ambiental fue ponderada como prioritaria pero únicamente en la variable empresa, de todas maneras la temática es incluida dentro de la cantidad de temas prioritarios que se tienen actualmente.

8. ARGUMENTOS PRESENTADOS

8.1 ALGUNOS ARGUMENTOS PARA EXCLUIR TEMÁTICAS DEL GRUPO DE PRIORITARIAS

❖ TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO

- El profesional del área Química requiere competencias del Hacer, pero las competencias del Saber y la capacidad de Análisis Sistémico deben ser su prioridad.
- Pueden desarrollarse y aplicarse desde la química analítica y el análisis instrumental ó mejor está incluidas en estos temas.
- Las técnicas de laboratorio pueden estar a la altura de un técnico, no de un profesional de la química; además puede llegar a solaparse con las técnicas analíticas o el análisis instrumental

❖ QUÍMICA INDUSTRIAL

- El mayor problema de la Química en la industria no está en la producción, sino en la disposición y relación de la industria con su entorno.
- Es un tema optativo para los estudiantes que quieran profundizar en esta temática, que por demás resulta muy interesante.

❖ ANÁLISIS INDUSTRIAL

- Es un tema específico para la formación de un químico y no es de base para una ingeniería.
- Son temas más profundos, que dan explicaciones importantes mas no completamente indispensables a nivel profesional.
- Es muy importante pero frente a los demás, podría desplazarse. Sin embargo, es muy importante su inclusión en el pensum ya sea en el componente optativo o de libre elección.

❖ ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD

- Puede hacerse desde la química analítica y el análisis instrumental.
- Hay otras disciplinas que lo pueden hacer.
- Para el desarrollo profesional no es necesaria la formación en temas tan administrativos y tan selectivos como son los temas empresariales.
- Un químico debe ser formado netamente en investigación. Existen otras áreas económico administrativas encargadas de éstos menesteres.

❖ LÍQUIDOS, CURVAS DE CALENTAMIENTO, ENFRIAMIENTO, EQUILIBRIO TÉRMICO

- Se perciben más como una fase de la química de procesos inherente a la ingeniería.
- No se considera altamente relevante la temática hacia el futuro.

❖ LÍPIDOS

- Tema que puede ser optativo o de libre elección.
- Es interesante más no fundamental para la formación ingenieril.
- Para la Química Industrial es un tema importante.

8.2 ALGUNOS ARGUMENTOS PARA INCLUIR TEMÁTICAS EN EL GRUPO DE PRIORITARIAS

❖ QUÍMICA AMBIENTAL

- Los Megaproblemas que enfrenta y enfrentará la humanidad respecto al impacto que la misma está teniendo sobre su entorno, requieren una conciencia global con aplicación local en el sector ambiental.
- Debemos mirar hacia el futuro y las reglamentaciones gubernamentales apuntan hacia este objetivo.

❖ QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III

- Un porcentaje muy alto de la industria química tiene que ver con la química orgánica.
- La química ambiental y la ecología, necesariamente requieren conocer a cerca de los compuestos orgánicos y sus propiedades físico-químicas.
- Porque el área de orgánica es esencial y necesaria en la formación del químico que además la necesita como componente sinérgico con las demás áreas.
- La química orgánica y la bioquímica mueven y moverán al mundo. Los procesos biotecnológicos giran en torno a estas dos temáticas.

❖ GASES

- El fundamento para entender o extrapolar las propiedades de los estados sólidos y líquidos se empieza con el entendimiento de gases hasta aumentar la complejidad.

- El estudio y el manejo apropiado de los gases hacen parte del control sostenible de la contaminación ambiental.
- Es fundamental para diferentes aplicaciones, tratamientos termodinámicos, desarrollo empresarial y ambiental, ya que es un tema de actualidad inmediata y futura.

❖ QUÍMICA DE PROTEÍNAS

- La química de proteínas, interviene en la mayoría de reacciones que podemos considerar en un futuro como procesos industriales; tal es el caso de la industria cosmética, alimenticia y médica.
- El profundo conocimiento de la química de las proteínas abre un campo de trabajo aplicado real y sólido en el futuro cercano.
- Es un tópico importante en la innovación y construcción de nuevos medicamentos.
- Es una temática íntimamente ligada a las enzimas.

9. OBSERVACIONES

Teniendo en cuenta que para las preguntas 1.1 y 1.2 las temáticas son iguales, al momento de tomar la decisión de incluir en el grupo de PRIORITARIAS la temática Química Orgánica I-II-II, los expertos coincidieron, pero es importante aclarar que la Química Ambiental fue ponderada como prioritaria pero únicamente en la variable empresa.

En el ejercicio de segunda ronda, las temáticas excluidas del grupo de prioritarias fueron las seis (6) siguientes: Técnicas de Laboratorio Químico, Química Industrial, Química Inorgánica I-II, Administración y Control de la Calidad, Líquidos, curvas de calentamiento, enfriamiento, equilibrio térmico y Lípidos. Mientras que se incluyeron cuatro (4) de las que hacían parte del grupo en

discusión, Química Ambiental, Química Orgánica I-II-III, Gases y Química de Proteínas. Por lo tanto la cantidad de temas prioritarios son diez (10).

Desde un comienzo las temáticas se han trabajado por separado, pero siempre hacia un mismo objetivo y es el de integrarlas cuando se prioricen definitivamente por parte de los expertos y según los respectivos porcentajes de consenso con respecto a los promedios de consenso por grupos.

ANEXO F. INFORME EJECUTIVO TERCERA RONDA DELPHI

ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL ÁREA DE QUÍMICA 2010 –2020, PARA EL
CENTRO DE CIENCIA BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA, SECCIONAL MEDELLÍN

Informe Ejecutivo
Tercera Ronda Delphi

Informe Elaborado Por:
WILDER PERDOMO CHARRY
E-Mail: wpsystems@gmail.com

Director del Proyecto:
JHON WILDER ZARTHA SOSSA.
E-Mail: jhon.zartha@upb.edu.co

Grupo de Política y Gestión Tecnológica
Escuela de Ingenierías
Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Medellín

1. PRESENTACIÓN

El presente estudio se enmarca en el Programa de Prospectiva Estratégica (PPE) para la Escuela de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín, para el cual se formularon diferentes proyectos derivados, enfocados en las distintas áreas específicas de los programas de pregrado.

El informe ejecutivo que a continuación se presenta resume claramente los resultados obtenidos durante todo el ejercicio delphi, finalizado con la tercera ronda del Estudio de Prospectiva del Área de Química para Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana, dicha actividad se desarrolló entre finales del mes de marzo y comienzos de abril del año 2009.

2. OBJETIVO

Identificar de los temas PRIORITARIOS y EN DISCUSIÓN de cada página, los que definitivamente se consideren PRIORITARIOS por parte de los expertos.

3. METODOLOGIA

Para esta tercera ronda contamos con la participación de diecinueve (19) expertos de los veintiuno (21) que seguían el proceso desde la segunda ronda. Tenemos en cuenta que este ejercicio de finalización de ronda Delphi consiste en revisar nuevamente los temas PRIORITARIOS y los temas EN DISCUSIÓN de cada página del instrumento y seleccionar según los conocimientos y la experiencia de los expertos, los temas PRIORITARIOS DEFINITIVOS para este proceso.

Para este último ejercicio tuvimos en cuenta lo siguiente:

3.1 Medición del consenso para cada tema³⁶.

El cálculo de consenso logrado entre la primera y tercera rondas se realizó de la siguiente forma:

³⁶ GUTIERREZ, Luis Jaime. Las prioridades investigativas en Ingeniería Informática: un estudio prospectivo en Antioquia. Medellín.

- Se identificaron los participantes comunes en las tres rondas (19 en este caso).
- Las calificaciones de la primera ronda se tomaron como base para la tercera ronda. *Ver Tabla 1.*
- Los participantes colocaron una “X” en las casillas correspondientes a los temas prioritarios del formulario de tercera ronda. Luego, el equipo investigador reemplazó las “X” por los valores de calificación que cada participante había asignado en primera ronda. Con esto, se determinó cuales temas no fueron considerados prioritarios inicialmente, es decir, se identificó cuales de esas calificaciones fueron menores al valor modal de primera ronda por cada tema. Este fue el número de temas que entraron al consenso en la tercera ronda, y dio origen a la columna de valores identificada como **Er3** en la *Tabla 1.*

Asimismo, fueron identificados los participantes que calificaron el tema como prioritario en la primera ronda, pero que no lo seleccionaron con “X” en la tercera y por lo tanto, salieron del consenso. Este resultado se denominó **Sr3** y también fue llevado a la *Tabla 1.*

Con los resultados de la primera y tercera rondas se construyó la tabla 70 que se presenta a continuación, donde el significado de cada columna es el siguiente:

fm1: Frecuencia modal del tema en la primera ronda, con el número de participantes común en la tercera ronda.

Er3: Número de participantes que entran al consenso de este tema en la tercera ronda, es decir, corresponde a los expertos que no seleccionaron el tema en la primera ronda pero sí lo hicieron en la tercera.

Sr3: Número de participantes que salen del consenso para este tema en la tercera ronda, es decir, son los expertos que seleccionaron el tema en la primera ronda pero ya en la tercera no lo hicieron.

La frecuencia modal **fm3** de cada tema para la tercera ronda es igual a la frecuencia modal de la primera ronda más los participantes que entran al consenso en la tercera ronda, menos los que salen del consenso en tercera ronda.

$$\mathbf{Fm3} = fm1 + Er3 - Sr3$$

El porcentaje de consenso alcanzado por cada tema en la tercera ronda, **R3**, se calcula de la siguiente forma:

$$\mathbf{R3} = Fm3 / 22 * 100,$$

Donde 19 es el número de participantes comunes en las tres rondas.

3.1.1 Análisis de puntaje alcanzado

El segundo análisis a realizar, se hace con base a la información obtenida en las encuestas, tomando en cuenta el concepto del total de participantes en las diferentes rondas. Este análisis hace referencia al porcentaje de respuestas positivas alcanzadas por cada tema con respecto al total de participantes en la respectiva ronda.

La participación de panelistas fue 26, 21 y 19, en la primera, segunda y tercera ronda respectivamente.

El porcentaje de puntos alcanzado en las rondas, identificado en la *Tabla 1*, como **% por Ptos** se calcula con la misma fórmula del consenso del numeral anterior, pero con una base diferente de participantes en cada ronda:

$$\mathbf{\% \text{ por Ptos}} = fmi / nti * 100, \text{ donde:}$$

fmi : frecuencia modal en la ronda i , $i= 1, 3$.

nti : número total de participantes en la ronda i , $i= 1, 3$.

Para diferenciar el porcentaje de puntos y el de consenso entre la primera ronda con 26 participantes y la tercera ronda con 19 participantes, el de la primera aparece en las tablas como **R1***, y el de la tercera aparece como **P3/19**. (Ver *Tabla 1*).

Como se mencionó en el informe ejecutivo de la segunda ronda, fueron presentados dos grupos de temas a los participantes, que previamente en la primera ronda habían sido seleccionados. Los temas del grupo “en discusión” que no fueron tenidos en cuenta se eliminaron para la tercera ronda (marcados con color naranja en la *Tabla 1*), pero adicionalmente, los temas del grupo “prioritarios” a los que ningún participante argumentó su salida del listado, fueron marcados como prioritarios, sin posibilidad de ser eliminados para la siguiente ronda. Estos temas alcanzaron entonces un puntaje de 100% desde la segunda ronda.

A continuación se observa la tabla con el resultado de dicho análisis.

Tabla 77. Resultados de la primera y tercera ronda Delphi

ID	EXPERTOS TEMA	Primera Ronda									Tercera ronda						
		Participantes:						26			Participantes	19	Participantes:			19	
		Distribución de frecuencias Calificación obtenida						Frecuencia modal			Puntos	%	% de consenso				
		F1	F2	F3	F4	F5	FN	Moda	26p	19p	19p	por ptos	Entra < M1	Salie = M1	fm1*/30	fm1/19	R3
1.1.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	0	0	2	7	15	2	5	15	9	5	26,32	1	7	57,692	47,368	15,789
1.1.3	QUÍMICA INORGÁNICA I-II	0	1	4	13	5	3	4	13	8					50,000	42,105	
1.1.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II	0	0	2	8	15	1	5	15	11	9	47,37	3	9	57,692	57,895	26,316
1.1.5	FISIOQUÍMICA I-II	0	0	2	12	10	2	4	12	8	11	57,89	2	8	46,154	42,105	10,526
1.1.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III	0	0	0	10	13	2	5	13	8	10	52,63	4	7	50,000	42,105	26,316
1.1.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	0	0	0	5	19	2	5	19	14	19	100,00	0	0	73,077	73,684	73,684
1.1.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	0	1	3	2	19	1	5	19	14	3	15,79	0	12	73,077	73,684	10,526
1.1.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	0	0	1	7	17	1	5	17	13	4	21,05	1	14	65,385	68,421	0,000
1.1.11	ECOLOGÍA	1	2	5	8	8	2	5	8	8					30,769	42,105	
1.1.12	QUÍMICA CUÁNTICA I-II	2	8	5	6	0	5	2	8	6					30,769	31,579	
1.1.13	BIOQUÍMICA I-II	0	2	6	7	8	3	5	8	6	2	10,53	1	7	30,769	31,579	0,000
1.1.14	QUÍMICA AMBIENTAL										8	42,11					
1.1.15	INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN										2	10,53					
1.1.16	ANÁLISIS INDUSTRIAL										8	42,11					
1.2.1	QUÍMICA Y SOCIEDAD	2	1	6	4	9	4	5	9	8	3	15,79	1	7	34,615	42,105	10,526
1.2.2	TÉCNICAS DE LABORATORIO QUÍMICO	0	1	2	9	11	3	5	11	7	6	31,58	5	10	42,308	36,842	10,526
1.2.3	QUÍMICA INORGÁNICA I-II	1	0	4	12	7	2	4	12	8	4	21,05	1	6	46,154	42,105	15,789
1.2.4	QUÍMICA ANALÍTICA I-II	0	0	2	8	14	2	5	14	9	19	100,00	0	0	53,846	47,368	47,368
1.2.5	FISIOQUÍMICA I-II	0	0	2	14	7	3	4	14	9	10	52,63	0	5	53,846	47,368	21,053
1.2.6	QUÍMICA ORGÁNICA I-II-III	0	0	1	10	11	4	5	11	8	13	68,42	6	4	42,308	42,105	52,632
1.2.7	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	0	0	2	4	17	3	5	17	13	10	52,63	3	10	65,385	68,421	31,579
1.2.8	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	0	1	3	5	14	3	5	14	11	3	15,79	1	9	53,846	57,895	15,789
1.2.9	QUÍMICA INDUSTRIAL	0	0	2	11	12	1	5	12	10	2	10,53	1	11	46,154	52,632	0,000
1.2.11	ECOLOGÍA	0	3	3	7	11	2	5	11	11	6	31,58	1	6	42,308	57,895	31,579
1.2.13	BIOQUÍMICA I-II	0	1	3	9	11	2	5	11	10	4	21,05	2	9	42,308	52,632	15,789
23.1	QUÍMICA INORGÁNICA	0	0	1	9	13	3	5	13	9	19	100,00	0	0	50,000	47,368	47,368
23.3	GASES	1	0	3	10	9	3	4	10	8	12	63,16	1	3	38,462	42,105	31,579
23.4	DILUCIONES	0	2	6	6	10	2	5	10	8	6	31,58	4	8	38,462	42,105	21,053
23.5	LIQUIDOS, CURVAS DE CALENTAMIENTO, ENFRIAMIENTO, EQUILIBRIO TÉRMICO.	1	1	3	6	13	2	5	13	10	4	21,05	1	8	50,000	52,632	15,789
23.7	REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN CON ÁCIDOS OXÁCIDOS	0	2	2	8	9	5	5	9	8					34,615	42,105	
23.8	CINÉTICA QUÍMICA	1	0	3	5	16	1	5	16	12	19	100,00	0	0	61,538	63,158	63,158
23.9	EQUILIBRIO DE SOLUCIONES ACUOSAS	0	0	3	7	14	2	5	14	12	19	100,00	0	0	53,846	63,158	63,158
23.11	ELECTROQUÍMICA	0	0	2	9	13	2	5	13	9	19	100,00	0	0	50,000	47,368	47,368
23.12	CALORIMETRÍA	0	1	6	9	8	2	4	9	7					34,615	36,842	
23.13	QUÍMICA DE PROTEÍNAS	0	2	2	10	9	3	4	10	7	10	52,63	1	7	38,462	36,842	5,263
23.14	ENZIMAS	0	2	2	10	10	2	4	10	8	3	15,79	0	7	38,462	42,105	5,263
23.15	CARBOHIDRATOS	0	1	3	14	6	2	4	14	10	2	10,53	0	8	53,846	52,632	10,526
23.16	LÍPIDOS	0	2	3	12	6	3	4	12	9	19	100,00	0	0	46,154	47,368	47,368
23.17	ÁCIDOS NUCLÉICOS	0	2	3	9	8	4	4	9	6					34,615	31,579	
23.18	VITAMINAS	0	1	4	10	6	5	4	10	8					38,462	42,105	

CONVENCIONES

- Temas adicionados a las encuestas, en segunda ronda
- Temas eliminados en el paso de 2da a 3ra ronda
- Temas Prioritarios que pasaron de segunda a tercera ronda

4. GRUPO OBJETIVO

En la consulta de tercera ronda participaron diecinueve (19) de los veintiuno (21) expertos que habían respondido a la segunda ronda Delphi.

5. TEMÁTICAS PRIORITARIAS

Según el porcentaje por puntos y el porcentaje de consenso obtenidos en los resultados finales del ejercicio de tercera y última ronda Delphi, se listan a continuación los temas PRIORITARIOS seleccionados definitivamente:

Tabla 78. Listado de temas prioritarios área de Química

N°	Temáticas	% de consenso
1	Análisis Instrumental	100%
2	Química Analítica I-II	100%
3	Química Inorgánica	100%
4	Cinética química	100%
5	Equilibrio en soluciones acuosas	100%
6	Electroquímica	100%
7	Lípidos	100%
8	Química Orgánica I-II-III	68,42%
9	Gases	63,16%
10	Ecología	31,58%

Las temáticas seleccionadas fueron tenidas en cuenta según la selección que se estableció desde segunda ronda, donde las áreas de Análisis Instrumental, Química Analítica I-II, Química Inorgánica, Cinética química y Equilibrio en soluciones acuosas fueron prioritarias al pasar de segunda a tercera ronda, mientras que Lípidos fue seleccionada en su gran mayoría y según el porcentaje de consenso y el porcentaje de puntos en esta última etapa. Con respecto a

Química Orgánica I-II-III, Gases y Ecología fueron las clasificadas por su porcentaje de consenso y por cumplir con el proceso de tabulación de resultados.

6. OBSERVACIONES

En las áreas temáticas de las preguntas 1.1 y 1.2, importancia estratégica en el quehacer de las empresas y en el desarrollo profesional de cada individuo respectivamente, el resultado final coincidió en listar según el porcentaje en puntos y el porcentaje de consenso las mismas áreas con su alto porcentaje de consenso: Análisis Instrumental, Química Analítica I-II y Química Orgánica I-II-III.

Los participantes del ejercicio Delphi no fueron tan constantes en el proceso, el resultado de participación según cantidad de expertos fue de 26, 21 y 19 en la primera, segunda y tercera ronda respectivamente.

Las temáticas que resultaron como prioritarias al pasar de segunda a tercera ronda fueron: Análisis Instrumental, Química Analítica I-II, Química Inorgánica, Cinética química y Equilibrio en soluciones acuosas por su alto porcentaje de consenso encontrado en el ejercicio de segunda ronda y porque los expertos argumentaron su gran importancia tanto en el desarrollo empresarial (industria), desarrollo profesional y el futuro de la química

ANEXO G. INFORME SOFTWARE MIC-MAC³⁷

PRESENTACION DE LAS VARIABLES

Lista de variables

1. Influencia en el medio (1)
2. Calidad de la vida universitaria (2)
3. Relaciones con instituciones homólogas (3)
4. Organización institucional (4)
5. Capacidad de innovación (5)
6. Valores institucionales (6)
7. Sentido de pertenencia (7)
8. Manejo de la información (8)
9. Impacto en los sistemas de información (9)
10. Metas de gestión (10)
11. Servicios de apoyo y asesoría (11)
12. Idoneidad (12)
13. Producción académica (13)
14. Ponencia nacional (14)
15. Ponencia internacional (15)
16. Selección de personal docente (16)
17. Infraestructura (17)
18. Dotación de equipos (18)
19. Medios electrónicos (19)
20. Apoyos didácticos (20)
22. Implementación (22)
23. Valoración del aprendizaje (23)
24. Apropiación (24)

³⁷ ESCOBAR, Op. Cit., p.368.

25. Planeación curricular (25)
26. Flexibilidad curricular (26)
27. Evaluación curricular (27)
28. Formación en valores (28)
29. Política de evaluación (29)
30. Gestión académica (30)
31. Aportes de la docencia (31)
32. Integración de la docencia con la investigación y la extensión (32)
33. Ciclo básico (33)
34. Investigación (34)
35. Creatividad (35)
36. Diagnóstico (36)
37. Pertinencia (37)
38. Competencia (38)
39. Patentes (39)
40. Pensamiento científico (40)
41. Disposición en red (41)
42. Cultura (42)
43. Administración (43)
44. Proyección social (44)
45. Contexto interno (45)
46. Contexto externo (46)
47. Clima organizacional (47)
48. Proyecto de empresa (48)
49. Deserción estudiantil (49)
50. Nivel académico de profesores (50)
51. Nivel académico de los alumnos (51)
52. Interdisciplinariedad (52)
53. Estudios de posgrado (53)
54. Inversión en laboratorios (54)

- 55. Impacto social (55)
- 56. Relación con facultades (56)
- 57. Relación de la Ciencia Básica con la empresa (57)
- 58. Manejo de otros idiomas (58)
- 59. Difusión de la investigación (59)
- 60. Bienestar (60)
- 61. Investigación básica (61)
- 62. Investigación aplicada (62)

Descripción de las Variables

1. Influencia en el medio (1)

Descripción: Impactos del proyecto y alcances de los mismos en la comunidad.

2. Calidad de la vida universitaria (2)

Descripción: Insumos, procesos y resultados que la hacen.

3. Relaciones con instituciones homólogas (3)

Descripción: Conexión e interacción con las ciencias básicas de otras universidades.

4. Organización institucional (4)

Descripción: Procedimientos explícitos para orientar las acciones de los grupos, subgrupos e individuos con la intención de lograr objetivos comunes y definidos.

5. Capacidad de innovación (5)

Descripción: Aptitud y suficiencia para afrontar las nuevas tendencias en la educación.

6. Valores institucionales (6)

Descripción: Normas de vida que desarrolla la Universidad de acuerdo con su visión y misión.

7. Sentido de pertenencia (7)

Descripción: Apropiarse de la misión y de la visión para realizar un buen desempeño y obtener buenos resultados.

8. Manejo de la información (8)

Descripción: Es un proceso que exige informarse e informar, es decir, exige constituir primero una representación de una determinada realidad con los datos que adquirimos de ella para poder darla a conocer, disponiendo esa representación al alcance de los demás o comunicarla.

9. Impacto en los sistemas de información (9)

Descripción: Huella o rastro de los sistemas de información en el medio en el cual se originan.

10. Metas de gestión (10)

Descripción: Término establecido para denotar el cumplimiento de un recorrido administrativo.

11. Servicios de apoyo y asesoría (11)

Descripción: Ayuda que se le presta a una empresa para un mejor logro en sus metas y objetivos.

12. Idoneidad (12)

Descripción: Aptitud, potencia física o intelectual, poder para obrar.

13. Producción académica (13)

Descripción: Escritura de diversos tipos de textos por parte de los docentes.

14. Ponencia nacional (14)

Descripción: Intervención en foros, conferencias a nivel local con trabajos propios de los docentes.

15. Ponencia internacional (15)

Descripción: Intervención en foros, conferencias fuera del país con trabajos que trasciendan las fronteras

16. Selección de personal docente (16)

Descripción: Metodología empleada y condiciones exigidas para el ingreso de profesores a la U.P.B

17. Infraestructura (17)

Descripción: Conjunto de fenómenos que constituye la base de la actividad universitaria.

18. Dotación de equipos (18)

Descripción: Implementación de elementos para las diferentes actividades universitarias.

19. Medios electrónicos (19)

Descripción: Son aquellos instrumentos creados para obtener un intercambio eficiente en la información.

20. Apoyos didácticos (20)

Descripción: Recursos para el buen desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje.

22. Implementación (22)

Descripción: Implantación y puesta en marcha de un sistema o de un conjunto de programas de utilidad destinados a usuarios.

23. Valoración del aprendizaje (23)

Descripción: Relación entre las actividades educativas y los resultados de aprendizaje esperados.

24. Apropiación (24)

Descripción: Es el hecho de apoderarse de algo haciéndose dueño de ello. Por lo general una apropiación tiene una contra prestación.

25. Planeación curricular (25)

Descripción: Diseño de los planes de estudio tanto a presente como a futuro.

26. Flexibilidad curricular (26)

Descripción: Conjunto de movimientos que tienden a iniciar el cambio educacional en el acto de aprendizaje.

27. Evaluación curricular (27)

Descripción: Es un proceso mediante el cual se recolecta información para verificar si se han obtenido los resultados previamente establecidos y teniendo la intención de tomar decisiones.

28. Formación en valores (28)

Descripción: Proceso que se da en la institución para que sus integrantes desarrollen cualidades como el respeto, la tolerancia, la honestidad, el amor al trabajo, la lealtad, etc.

29. Política de evaluación (29)

Descripción: Delineamientos que se trazan para verificar los resultados del proceso enseñanza - aprendizaje.

30. Gestión académica (30)

Descripción: Consiste en los procesos que van desde el acceso a la universidad hasta la consecución de títulos, pasando por los planes de estudio, matrículas y consecución de becas.

31. Aportes de la docencia (31)

Descripción: Proyección de los profesores al desarrollo integral de la universidad.

32. Integración de la docencia con la investigación y la extensión (32)

Descripción: Relación del profesor con la creación de nuevos conocimientos y con la difusión de estos.

33. Ciclo básico (33)

Descripción: Conjunto de asignaturas comunes a las ingenierías.

34. Investigación (34)

Descripción: Es la búsqueda de conocimientos y verdades que permiten describir, explicar, generalizar y predecir los fenómenos que se producen en la naturaleza y en la sociedad.

35. Creatividad (35)

Descripción: Capacidad de inventar algo nuevo; de relacionar algo conocido de forma innovadora.

36. Diagnóstico (36)

Descripción: Razonamiento dirigido a la determinación de la naturaleza y origen de un fenómeno.

37. Pertinencia (37)

Descripción: Papel que la educación desempeña en la sociedad y lo que ésta espera de aquella.

38. Competencia (38)

Descripción: Resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades (conocimientos, actitudes y habilidades) utilizadas eficazmente en situaciones que tengan un carácter común.

39. Patentes (39)

Descripción: Una patente es un conjunto de derechos exclusivos organizados por un gobierno o autoridad al inventar un nuevo producto susceptible de ser explotado industrialmente para el bien del solicitante.

40. Pensamiento científico (40)

Descripción: Es el pensar sistemático, integrado por un sistema de conceptos, juicios y razonamientos acerca de los objetos y leyes del mundo externo y de lo humano.

41. Disposición en red (41)

Descripción: Capacidad para utilizar en forma conjunta la nueva tecnología.

42. Cultura (42)

Descripción: Es la base y el fundamento de lo que somos. Existe en nosotros en el momento en que nacemos y en el aporte moral e intelectual de nuestras progenitoras en un inicio y de nuestro entorno posteriormente.

43. Administración (43)

Descripción: Es la conducción racional e actividades, esfuerzos y recursos de una organización, resultándole algo imprescindible para su supervivencia y crecimiento.

44. Proyección social (44)

Descripción: Es una función sustantiva de la universidad que la vincula con la sociedad en búsqueda de alternativas de solución a sus principales problemas mediante procesos permanentes e interactivos, que integran la docencia, la investigación y la sociedad.

45. Contexto interno (45)

Descripción: Liderazgo, políticas, sistemas, tecnología, capacidad financiera, etc. que influyen sobre la efectividad de una organización o programa.

46. Contexto externo (46)

Descripción: Es el entorno formado por el conjunto de grupos, agentes o instituciones con los que una organización mantiene relaciones significativas, relaciones no sólo de naturaleza económica, sino de cualquier tipo.

47. Clima organizacional (47)

Descripción: Es el fenómeno que media entre los factores del sistema organizacional y las tendencias motivacionales que se traducen en un comportamiento que tiene consecuencias sobre la organización.

48. Proyecto de empresa (48)

Descripción: Es la planeación escrita y ordenada de una idea, es una carta de presentación que sirve para obtener financiación, optar a posibles subvenciones y convencer a un posible socio para que participe.

49. Deserción estudiantil (49)

Descripción: Abandono de los estudiantes de sus obligaciones escolares.

50. Nivel académico de profesores (50)

Descripción: Grado de estudios de los docentes.

51. Nivel académico de los alumnos (51)

Descripción: Grado de asimilación de conocimientos en cursos anteriores ya sea en su formación básica o universitaria.

52. Interdisciplinariedad (52)

Descripción: Conjunto de disciplinas conexas entre sí y con relaciones definidas a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada. Es un proceso dinámico que busca proyectarse con base en la integración de varias disciplinas para la búsqueda de soluciones a problemas de investigación.

53. Estudios de posgrado (53)

Descripción: Son aquellos que se hacen después de haber optado el título de pregrado.

54. Inversión en laboratorios (54)

Descripción: Erogación..... de dineros para la implementación y adecuación de los laboratorios de Física y de Química.

55. Impacto social (55)

Descripción: Es la consecuencia que trae a la comunidad los efectos de un proyecto y que pueden observarse a largo plazo.

56. Relación con facultades (56)

Descripción: Conexión y servicios que tiene la ciencia básica con las diversas ingenierías de UPB.

57. Relación de la Ciencia Básica con la empresa (57)

Descripción: Es la conexión que se puede hacer entre la ciencia básica y la empresa ya sea privada u oficial.

58. Manejo de otros idiomas (58)

Descripción: Hablar correctamente un segundo idioma por parte de los componentes de la comunidad universitaria.

59 Difusión de la investigación (59)

Descripción: Dar a conocer tanto a nivel local, nacional e internacional, el resultado de las investigaciones que se llevan a cabo en Ciencia Básica.

60. Bienestar (60)

Descripción: Nivel alcanzado en la satisfacción por el desempeño tanto del docente como del estudiante.

61. Investigación básica (61)

Descripción: Trabajo experimental o teórico llevado a cabo básicamente con el objetivo de adquirir nuevos conocimientos de determinados fenómenos y hechos observables, sin tener ningún tipo de aplicación particular o uso en mente.

62. Investigación aplicada (62)

Descripción: Consiste también en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para adquirir nuevos conocimientos, pero fundamentalmente dirigidos hacia un objetivo práctico específico.

MATRICES DE ENTRADA

Matriz de Influencias Directas (MID)

La Matriz de Influencias Directas (MID) describe las relaciones de influencias directas entre las variables que definen el sistema.

Las influencias se puntúan de 0 a 3, con la posibilidad de señalar las influencias potenciales: 0: Sin influencia, 1: Débil, 2: Media, 3: Fuerte, P: Potencial.

Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP)

La Matriz de Influencias Directas Potenciales MIDP representa las influencias y dependencias actuales y potenciales entre variables. Completa la matriz MID teniendo igualmente en cuenta las relaciones visibles en un futuro.

Las influencias se puntúan de 0 a 3: 0: Sin influencia, 1: Débil, 2: Media, 3: Fuerte.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

Influencias directas

Estabilidad a partir de MID

Demuestra que toda la matriz debe converger hacia una estabilidad al final de un cierto número de iteraciones (generalmente 4 ó 5 para una matriz de 30 variables), es interesante poder seguir la evolución de esta estabilidad en el curso de multiplicaciones sucesivas. En ausencia de criterios matemáticamente

establecidos, ha sido elegido para apoyarse sobre un número determinado de iteraciones.

Iteración	Influencia	Dependencia
1	98 %	99 %
2	100 %	99 %
3	100 %	100 %
4	100 %	100 %
5	100 %	100 %
6	100 %	100 %

Plano de influencias / dependencias directas

Este plano se determina a partir de la matriz de influencias directas MID.

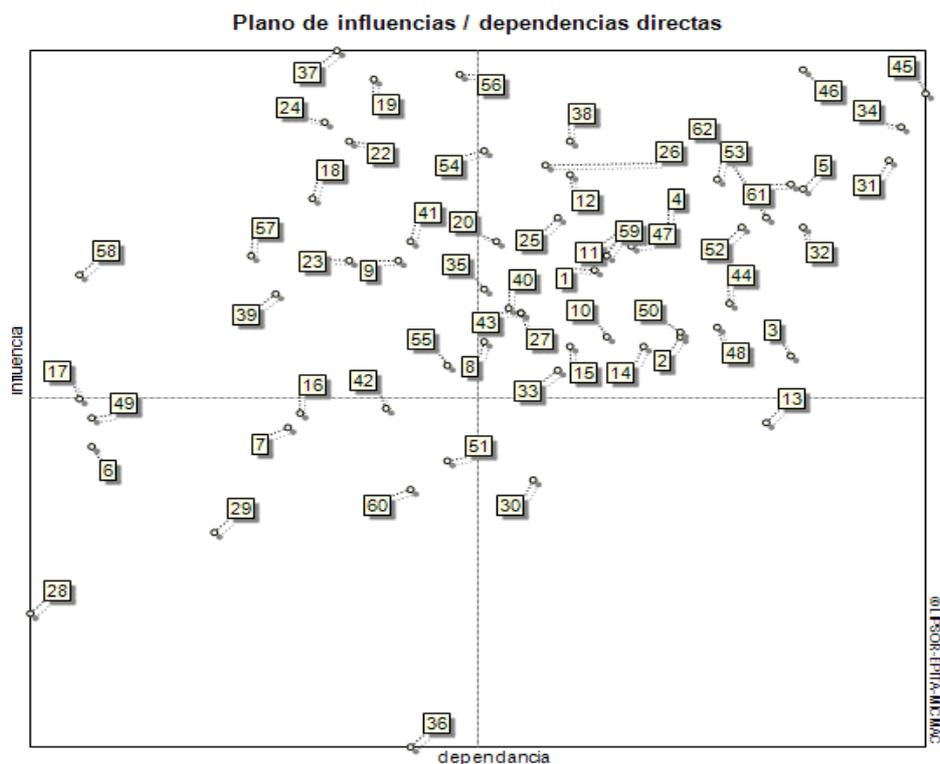
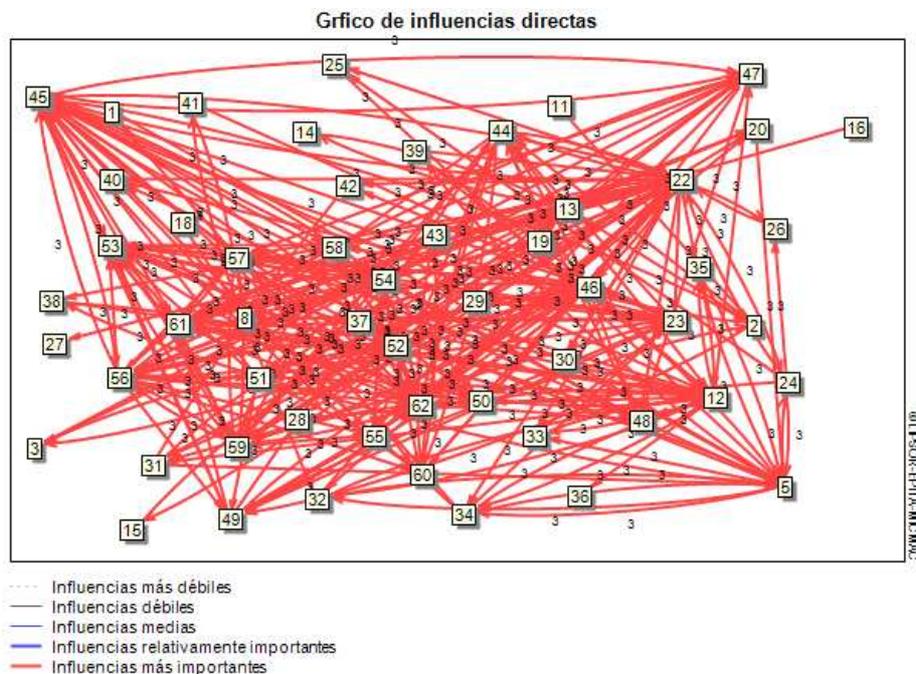


Gráfico de influencias directas

Este gráfico se determina a partir de la matriz de influencias directas MID.



Influencias directas potenciales

Estabilidad a partir de MIDP

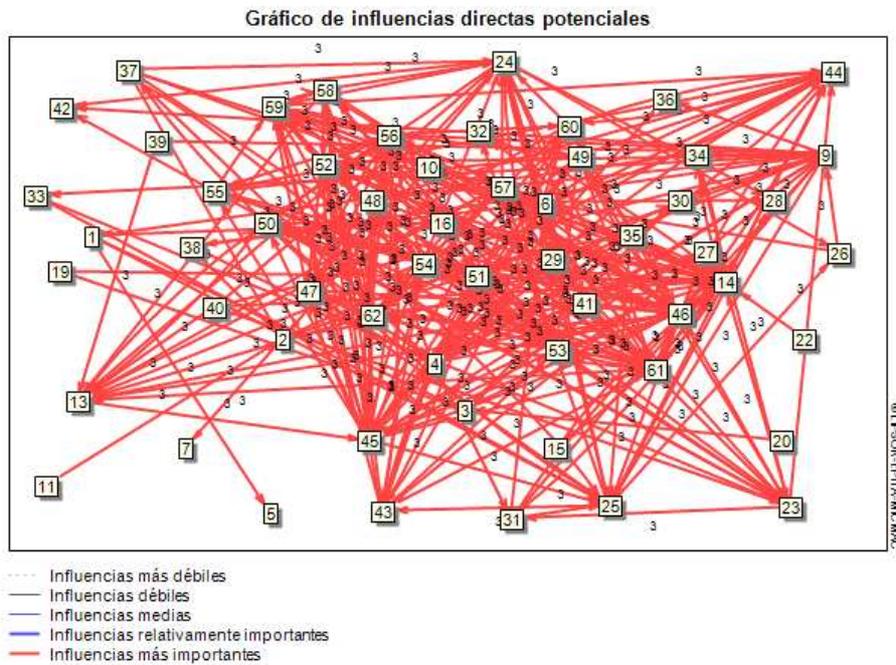
Demuestra que toda matriz debe converger hacia una estabilidad al final de un cierto número de iteraciones (generalmente 4 ó 5 para una matriz de 30), es interesante poder seguir la evolución de esta estabilidad después de multiplicaciones sucesivas. En ausencia de criterios matemáticamente establecidos, se elige apoyarse en un número de permutaciones (tri à bulles) necesarios en cada iteración para clasificar, la influencia y la dependencia, del conjunto de variables.

Iteración	Influencia	Dependencia
1	98 %	98 %
2	100 %	100 %

Iteración	Influencia	Dependencia
3	100 %	100 %
4	100 %	100 %
5	100 %	100 %
6	100 %	100 %

Gráfico de influencias directas potenciales

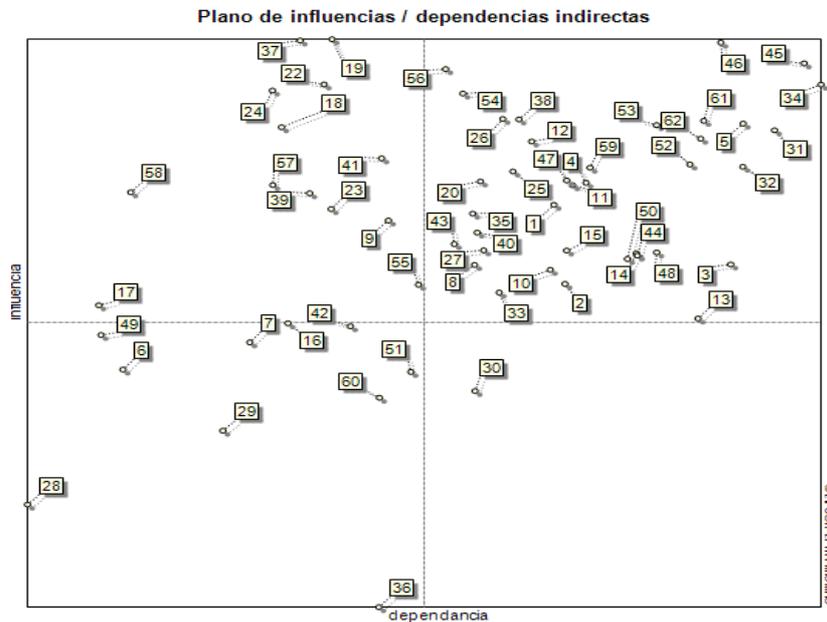
Este gráfico se determina a partir de la matriz de influencias directas potenciales MIDP.



Influencias indirectas

Plano de influencias / dependencias indirectas

Este plano se determina a partir de la matriz de influencias indirectas MII.



Influencias indirectas potenciales

Matriz de Influencias Indirectas Potenciales (MIIP)

La Matriz de Influencias Indirectas Potenciales (MIIP) corresponde a la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP) elevada a la potencia, por iteraciones sucesivas. A partir de esta matriz, una nueva clasificación de las variables pone en valor las variables potencialmente más importantes del sistema. Los valores representan la tasa de influencias indirectas potenciales

Plano de influencias / dependencias indirectas potenciales

Este plano se determina a partir de la matriz de influencias indirectas potenciales MIIP.

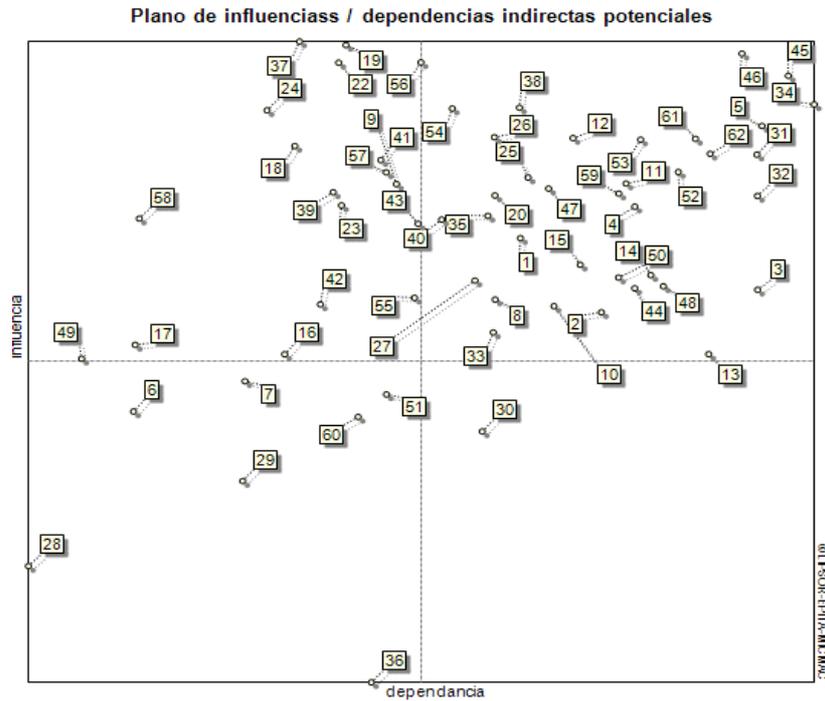
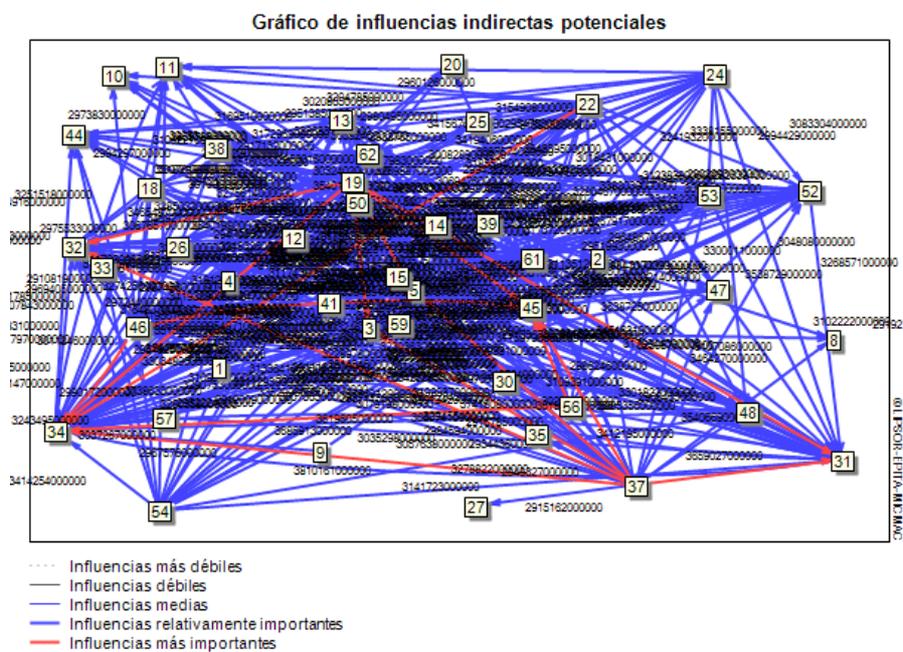


Gráfico de influencias indirectas potenciales

Este gráfico se determina a partir de la matriz de influencias indirectas MIIP.



ANEXO H. OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS³⁸

OBJETIVO: Mejorar la Infraestructura Tecnológica de los Recursos Académicos del Centro de Ciencia Básica.

Estrategias:

- Construir y dotar laboratorios de matemáticas.
- Dotar los laboratorios de física y química existentes que prestan servicio al Centro.
- Proveer e implementar herramientas y procesos que faciliten el trabajo en red, la comunicación y fomenten el trabajo en equipo.
- Participar activamente en la Red Universitaria Antioqueña RUANA, proponiendo e implementando proyectos de investigación y desarrollo, y promoviendo los servicios del Centro de Ciencia Básica.

OBJETIVO: Fortalecer la integración y el mejoramiento de los procesos de investigación e innovación del centro de ciencia básica, con los programas de ingeniería y con los sectores productivos.

Estrategias:

- Ejecutar programas de Gestión del Cambio, buscando la apropiación y explotación de nuevas herramientas y metodologías por parte de los docentes.
- Realizar jornadas de renovación periódica de personal administrativo y docente.
- Implementar programas de apoyo a la creación de empresas a partir de los procesos de spin off corporativos promovidos por la universidad.

³⁸ ESCOBAR, Op. Cit., p.233.

- Adquirir sistemas informáticos para realizar vigilancia tecnológica y asignar esta actividad a personal del Centro.
- Valorar y dar prelación a profesionales con estudios de maestría y doctorado en los procesos de selección de nuevos docentes, alineada con la política interna de la universidad.
- Patrocinar estudios de maestría y doctorado para el personal docente del Centro de Ciencia Básica.
- Establecer convenios de intercambio educativo a nivel de maestría y doctorado.
- Publicación de un mayor número de resultados de las investigaciones en revistas indexadas.
- Formar más grupos de investigación y fortalecer los actuales, para que soporten estudios de postgrado con énfasis en las ciencias básicas.
- Promover la participación de docentes y estudiantes en la industria, para participar en la solución de diferentes problemas de planeación, modelamiento y cálculos de sus procesos productivos.

OBJETIVO: Mejorar el impacto social del centro de ciencia básica mediante el fortalecimiento de los procesos de difusión de conocimientos al interior de la universidad, la movilidad académica y la participación en los sectores productivos regionales.

Estrategias:

- Favorecer la movilidad académica de docentes y estudiantes, aprovechando estas experiencias exógenas para renovar ideas y promover actualizaciones curriculares.
- Promover políticas de competitividad sistémica y gestión tecnológica, tales como política educacional y científico tecnológica dentro del contexto interno del Centro, logrando cambios y mejoras continuas en la calidad del

servicio de educación superior, personal docente mejor calificado y una buena competitividad y productividad en el medio.

- Promover la participación de docentes y estudiantes en la industria, para participar en la solución de diferentes problemas de planeación, modelamiento y cálculos de sus procesos productivos.
- Realizar periódicamente estudios Delphi para establecer la vigencia y actualización de las temáticas en el plan de estudios de ingeniería, para mejorar permanentemente los currículos del centro.
- Ajustar los programas de Ciencia Básica de acuerdo a las necesidades particulares de cada programa de ingeniería, equilibradas con la eficacia requerida por la Universidad.

OBJETIVO: Fortalecer actividades, programas y proyectos de extensión académica, la transferencia de conocimiento y los servicios del Centro de Ciencia Básica.

Estrategias:

- Programar más procesos de divulgación que favorezcan el intercambio de los conocimientos y sus aplicaciones, a través de eventos, foros, conversatorios, cursos de extensión, olimpiadas de las diferentes áreas de conocimiento de la ciencia básica.
- Implementar programas de apoyo a la creación de empresas a partir de los procesos de spin off corporativos promovidos por la universidad.
- Promover la participación de docentes y estudiantes en la industria, para participar en la solución de diferentes problemas de planeación, modelamiento y cálculos de sus procesos productivos.
- Establecer convenios de intercambio educativo a nivel de maestría y doctorado.

OBJETIVO: Gestionar continuamente el desempeño administrativo.

Estrategias:

- Definir procesos para adquirir métricas y establecer metas de desempeño.
- Implementar un sistema de gestión de metas a través de metodología BSC Balanced Scorecard (conocido también como Cuadro de mando integral), obteniendo la visión del estado de las variables financieras, de clientes, de procesos internos y de innovación y mejora.
- Establecer metodologías de actualización curricular.
- Realizar periódicamente estudios Delphi para establecer la vigencia y actualización de las temáticas en el plan de estudios de ingeniería, para mejorar permanentemente los currículos del centro.
- Ajustar los programas de Ciencia Básica de acuerdo a las necesidades particulares de cada programa de ingeniería, equilibradas con la eficacia requerida por la Universidad.

ANEXO I. INFORME SOFTWARE SMIC-PROB-EXPERT³⁹

PRESENTACIÓN DE LOS PARTICIPANTES

1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES

N°	Apellido	Nombre	Rol
1	Ramírez	Elmer	Director Centro de CBásica
2	Valencia	Gabriel	Profesor Centro de CBásica
3	López	Guillermo	Director de Ingeniería Eléctrica / Electrónica
4	Llerena	Ricardo	Profesor Centro de CBásica
5	Lopera	Jairo	Director del CIDI
6	Cardona	Oscar	Profesor del Centro de CBásica
7	Escobar	Héctor	Profesor Centro de CBásica
8	Montoya	Luis	Profesor Centro de CBásica
9	Clavijo	Egidio	Profesor Centro de CBásica

LA HIPÓTESIS

1. LISTA DE HIPÓTESIS

N°	Título largo	T. Corto	Descripción
1	Infraestructura Tecnológica BUENA	InfTecB	Dotación de equipos, Medios electrónicos, Inversión en laboratorios, Implementación
2	Investigación e Innovación BUENA	InvInnB	Capacidad de innovación, Aportes a la docencia, Integración de la docencia con la investigación y la extensión, Investigación,

³⁹ ESCOBAR, Op. Cit., p.401.

N°	Título largo	T. Corto	Descripción
			Interdisciplinariedad, Estudios de postgrado, Investigación básica, Apropiación, Implementación
3	Contexto BUENA	ContexB	Idoneidad, Pertinencia, Competencia, Contexto Interno, Contexto Externo, Relación con facultades, Apropiación, Planeación curricular, Flexibilidad curricular
4	Extensión BUENA	ExtB	Aportes de la docencia, Integración de la docencia con la investigación y la extensión, Relación con facultades
5	Gestión Administrativa BUENA	GesAdmB	Metas de gestión, Medios electrónicos

LOS EXPERTOS

1. LISTA DE EXPERTOS

N°	Apellido	Nombre	Grupo	Peso
1	Ramírez	Elmer	Directivos	10
2	Valencia	Gabriel	Docentes	8
3	López	Guillermo	Directivos	10
4	Llerena	Ricardo	Docentes	8
5	Lopera	Jairo	Directivos	10
6	Cardona	Oscar	Docentes	8
7	Escobar	Héctor	Docentes	8
8	Montoya	Luis	Docentes	8
9	Clavijo	Egidio	Docentes	8

ESTUDIO SMIC-PROB-EXPERT

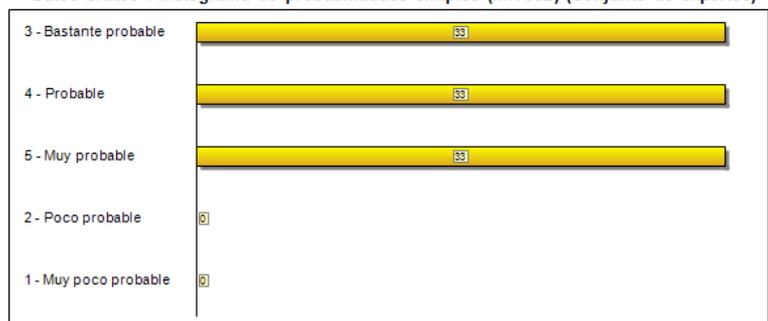
1. PROBABILIDADES SIMPLES

	Probabilidades Elmer	Probabilidades Gabriel	Probabilidades Guillermo	Probabilidades Ricardo	Probabilidades Jairo	Probabilidades Oscar	Probabilidades Héctor	Probabilidades Luis	Probabilidades Egidio
1 - InfTecB	0,5	0,5	0,6	0,8	0,6	0,8	0,7	0,5	0,9
2 - InvInnB	0,4	0,5	0,4	0,7	0,4	0,8	0,6	0,6	1
3 - ContexB	0,7	0,7	0,6	0,9	0,8	0,7	0,7	0,5	1
4 - ExtB	0,4	0,7	0,4	0,8	0,5	0,8	0,6	0,4	1
5 - GesAdmB	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	1

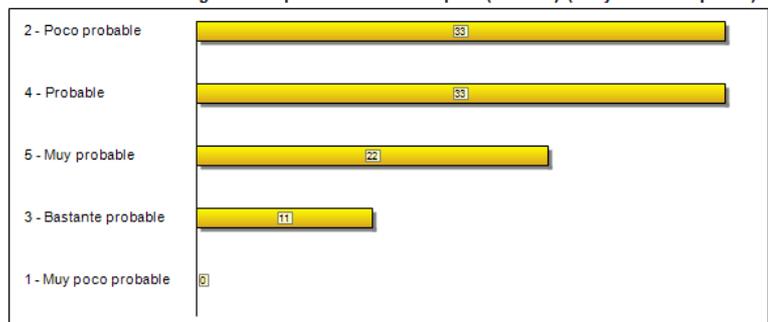
VISUALIZACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

1. POSICIONES DE LOS EXPERTOS SOBRE LAS PROBABILIDADES SIMPLES

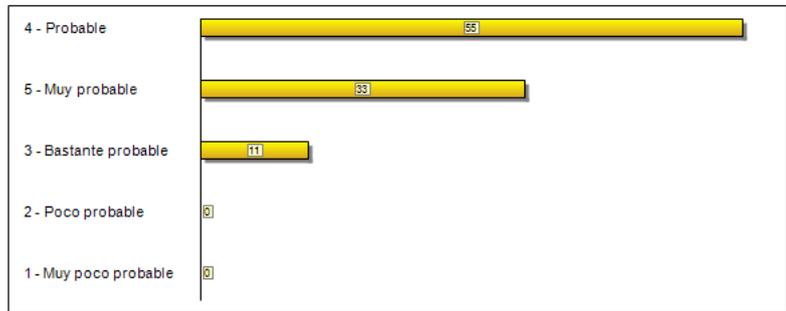
Datos brutos : histograma de probabilidades simples (InfTecB) (Conjunto de expertos)



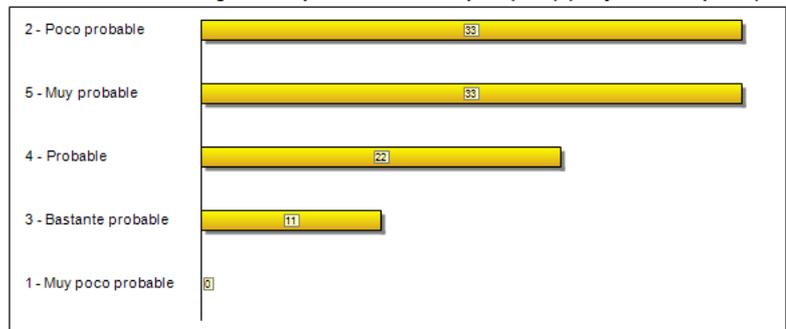
Datos brutos : histograma de probabilidades simples (InvInnB) (Conjunto de expertos)



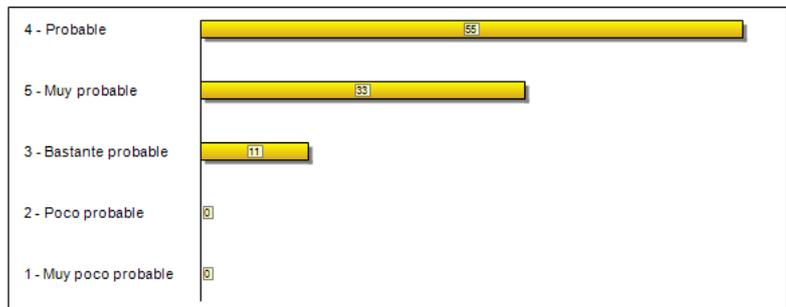
Datos brutos : histograma de probabilidades simples (ContexB) (Conjunto de expertos)



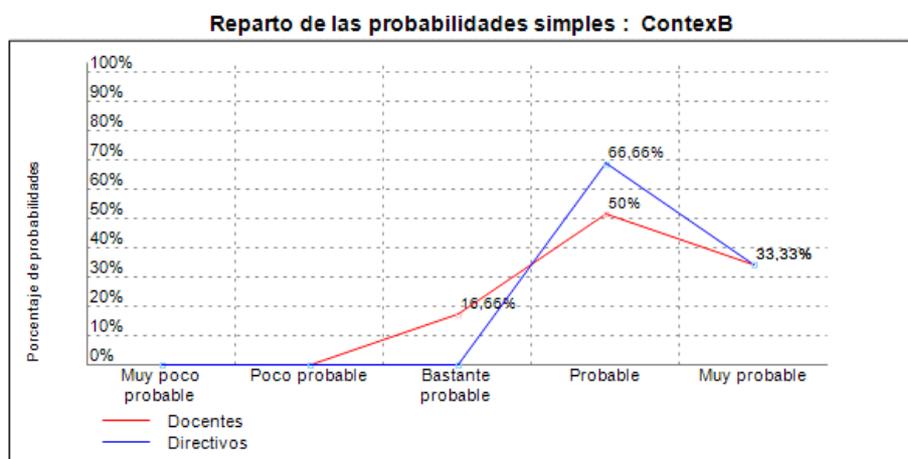
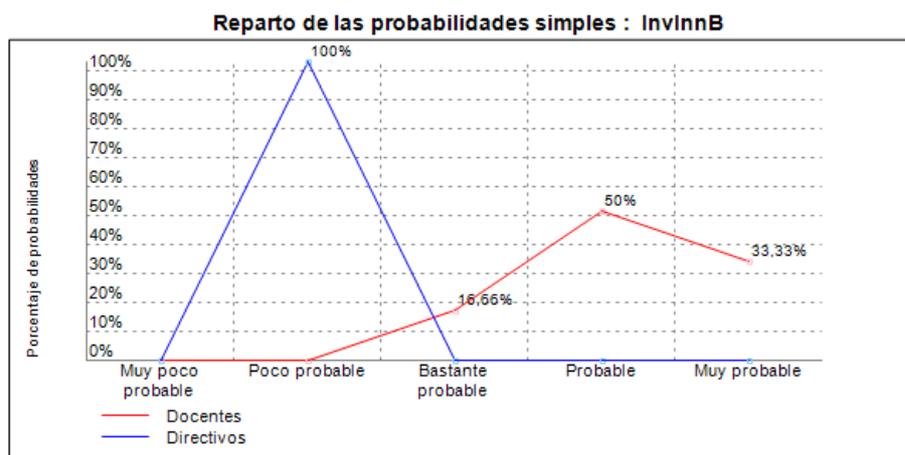
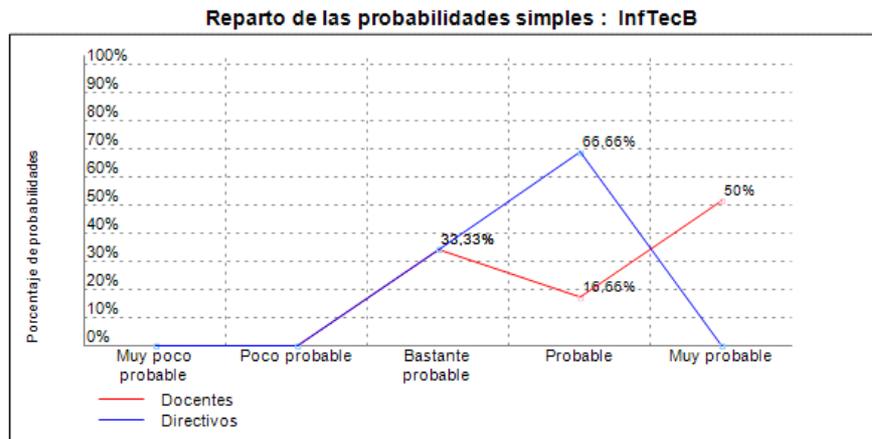
Datos brutos : histograma de probabilidades simples (ExtB) (Conjunto de expertos)

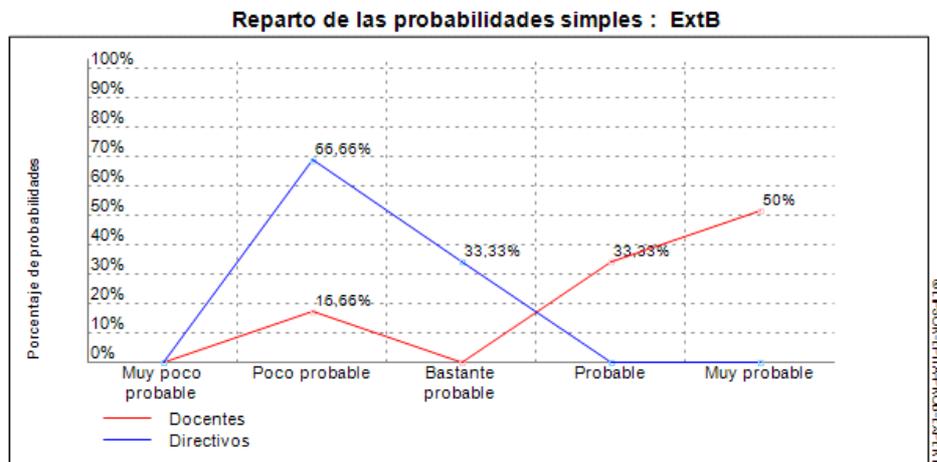


Datos brutos : histograma de probabilidades simples (GesAdmB) (Conjunto de expertos)



2. REPARTO DE LOS EXPERTOS SOBRE LAS PROBABILIDADES SIMPLES





3. CÁLCULO DE LOS DATOS NETOS

a. PROBABILIDADES DE LOS ESCENARIOS (DOCENTES)

Los valores expresan las probabilidades de los escenarios. Se trata de una solución mediana determinada a través de un programa de minimización cuadrática.

	Gabriel	Ricardo	Oscar	Hector	Luis	Egídio	Docentes
1 : 11111	0,168	0,306	0,32	0,19	0,079	0,79	0,309
2 : 11110	0,053	0,11	0,053	0,069	0,02	0	0,051
3 : 11101	0,043	0	0,121	0,007	0,069	0,051	0,048
4 : 11100	0	0	0,04	0	0,019	0,005	0,011
5 : 11011	0,044	0	0,069	0,028	0,054	0	0,032
6 : 11010	0,001	0	0	0	0,007	0	0,001
7 : 11001	0	0	0,012	0,074	0,062	0	0,025
8 : 11000	0,013	0	0,021	0,018	0,025	0	0,013
9 : 10111	0,14	0	0,031	0,083	0,047	0	0,05
10 : 10110	0	0	0	0,015	0,005	0	0,003
11 : 10101	0,049	0,087	0	0,005	0,038	0	0,03
12 : 10100	0	0	0	0	0,006	0	0,001
13 : 10011	0,046	0	0,045	0	0,02	0	0,018
14 : 10010	0	0	0	0	0	0	0
15 : 10001	0,032	0	0,017	0	0,029	0	0,013
16 : 10000	0,019	0	0,005	0	0,005	0	0,005
17 : 01111	0,122	0,008	0,055	0,082	0,062	0,085	0,069
18 : 01110	0,004	0	0,02	0	0,012	0	0,006
19 : 01101	0,02	0,007	0	0	0,054	0	0,014
20 : 01100	0	0,023	0	0	0,01	0	0,005
21 : 01011	0,049	0	0	0	0,03	0	0,013
22 : 01010	0,001	0,029	0	0	0	0	0,005
23 : 01001	0,024	0	0	0,027	0,042	0	0,015
24 : 01000	0,037	0	0	0	0,009	0	0,008
25 : 00111	0,044	0	0,066	0,015	0,038	0	0,027
26 : 00110	0	0	0,01	0	0,004	0	0,002
27 : 00101	0	0	0	0,027	0,031	0	0,01
28 : 00100	0	0	0	0,004	0,002	0	0,001
29 : 00011	0	0,017	0	0	0,004	0	0,003
30 : 00010	0	0,024	0,008	0	0	0	0,005
31 : 00001	0,007	0	0	0	0,016	0	0,004
32 : 00000	0,086	0,391	0,109	0,355	0,201	0,07	0,202

© IPSOR-EPTA-PROB-EXPERT

b. PROBABILIDADES DE LOS ESCENARIOS (DIRECTIVOS)

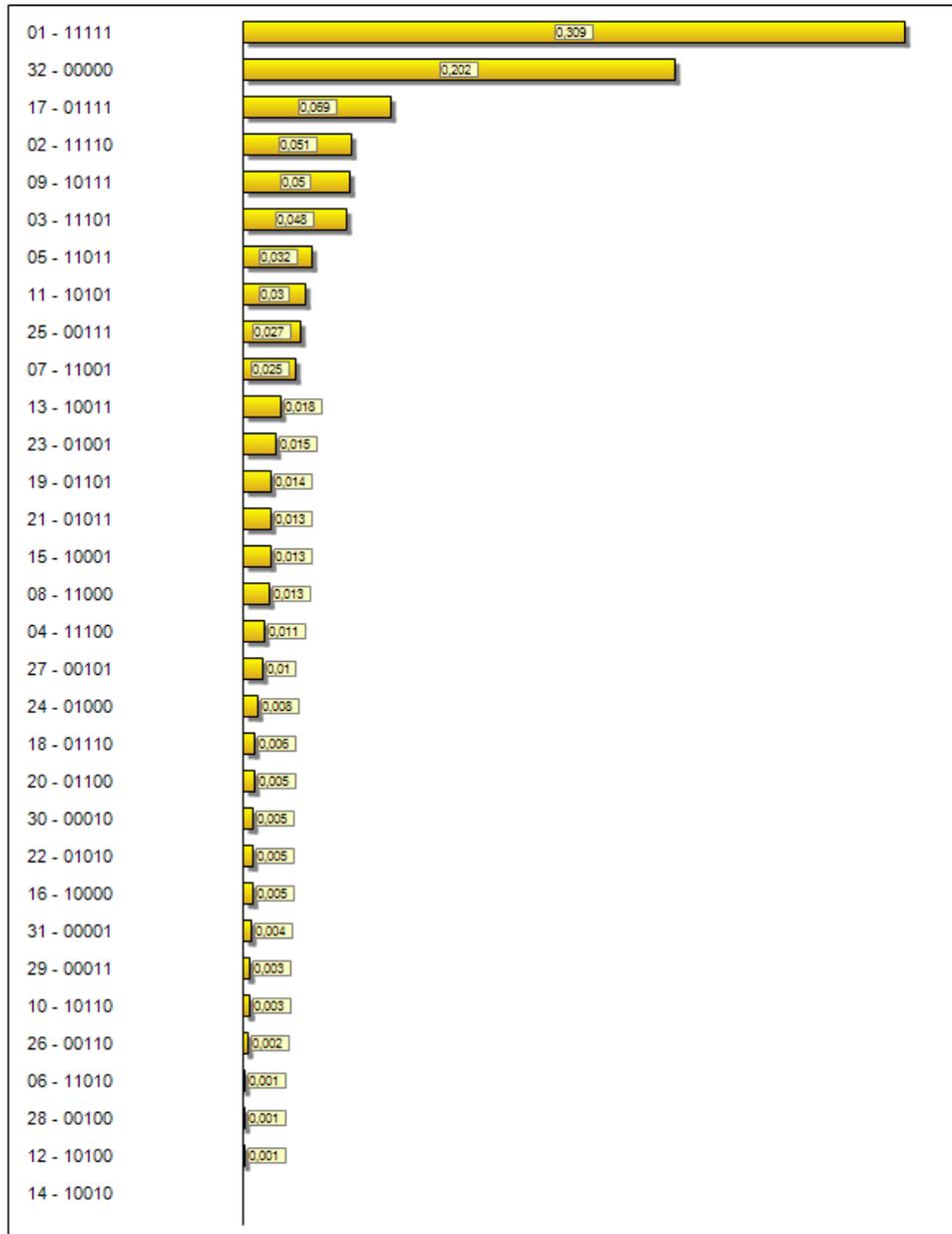
Los valores expresan las probabilidades de los escenarios. Se trata de una solución mediana determinada a través de un programa de minimización cuadrática.

	Elmer	Guillermo	Jairo	Directivos
1 : 11111	0,091	0,132	0,159	0,128
2 : 11110	0,041	0,024	0,048	0,038
3 : 11101	0,086	0,084	0,11	0,094
4 : 11100	0,017	0,048	0,034	0,033
5 : 11011	0	0,006	0,017	0,008
6 : 11010	0,018	0	0	0,006
7 : 11001	0,01	0,024	0,005	0,013
8 : 11000	0,043	0,043	0,008	0,031
9 : 10111	0,048	0,096	0,122	0,089
10 : 10110	0,043	0	0	0,014
11 : 10101	0,055	0,027	0,097	0,06
12 : 10100	0,031	0,006	0,003	0,013
13 : 10011	0	0,015	0,026	0,014
14 : 10010	0	0	0	0
15 : 10001	0	0,015	0,038	0,018
16 : 10000	0,011	0,042	0,018	0,024
17 : 01111	0,063	0,059	0,096	0,073
18 : 01110	0	0,016	0,001	0,006
19 : 01101	0,014	0	0,052	0,022
20 : 01100	0	0	0	0
21 : 01011	0,006	0	0,004	0,003
22 : 01010	0,029	0,007	0	0,012
23 : 01001	0,006	0	0,004	0,004
24 : 01000	0,008	0	0	0,003
25 : 00111	0,036	0,018	0,061	0,038
26 : 00110	0,002	0	0	0,001
27 : 00101	0	0	0,042	0,014
28 : 00100	0	0	0	0
29 : 00011	0	0,001	0,009	0,003
30 : 00010	0,002	0,038	0,001	0,014
31 : 00001	0	0	0,008	0,003
32 : 00000	0,337	0,297	0,035	0,223

© LPSOR-EPITA-PROB-EXPERT

c. BAJO FORMA DE HISTOGRAMA (DOCENTES)

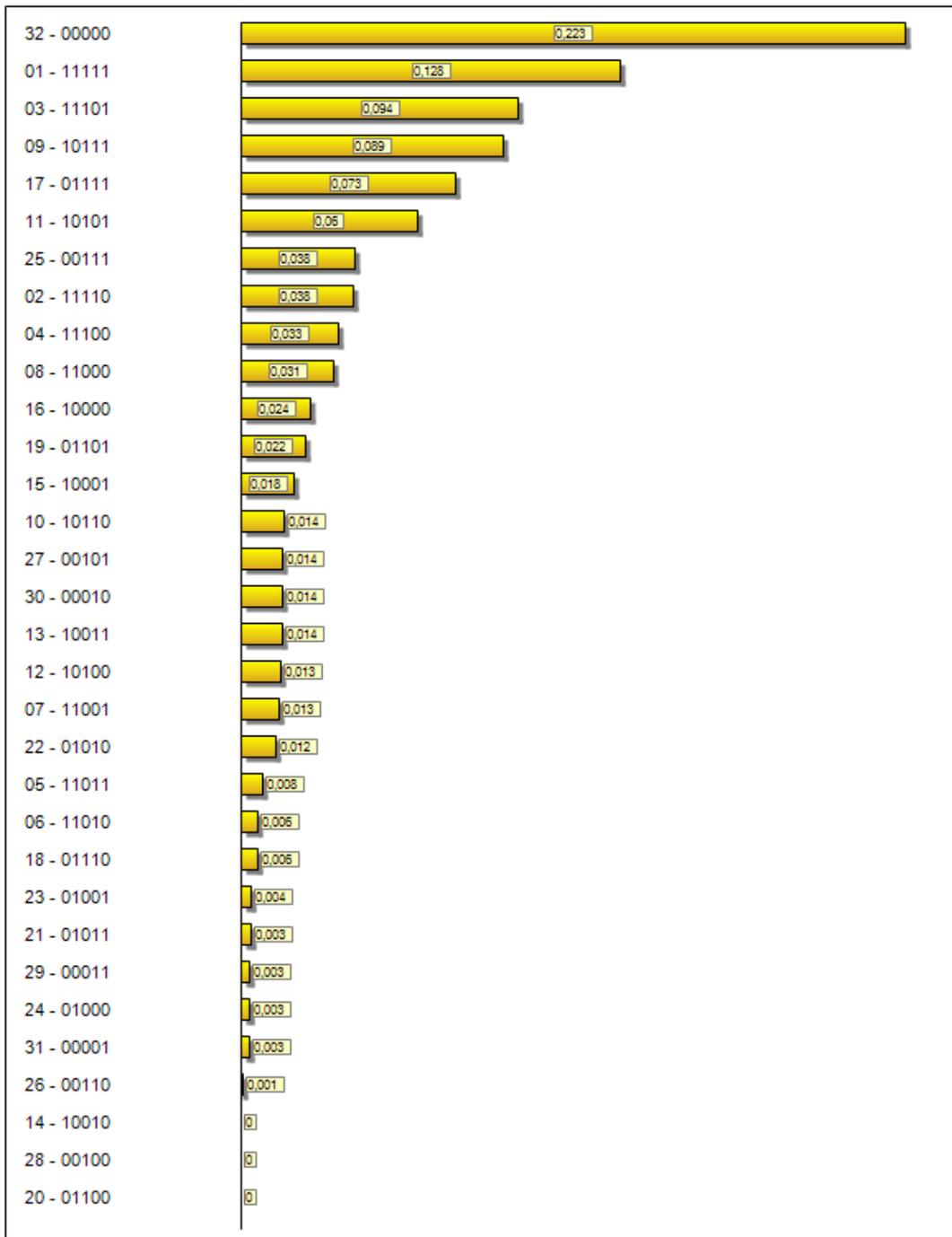
Histograma de probabilidad des los escenarios (Docentes)



01 ESCOR-EPITVA-PROB-E-321-RT

d. BAJO FORMA DE HISTOGRAMA (DIRECTIVOS)

Histograma de probabilidad des los escenarios (Directivos)



01-EPSCOE-EPITIA-PROCO-EXPI-RT

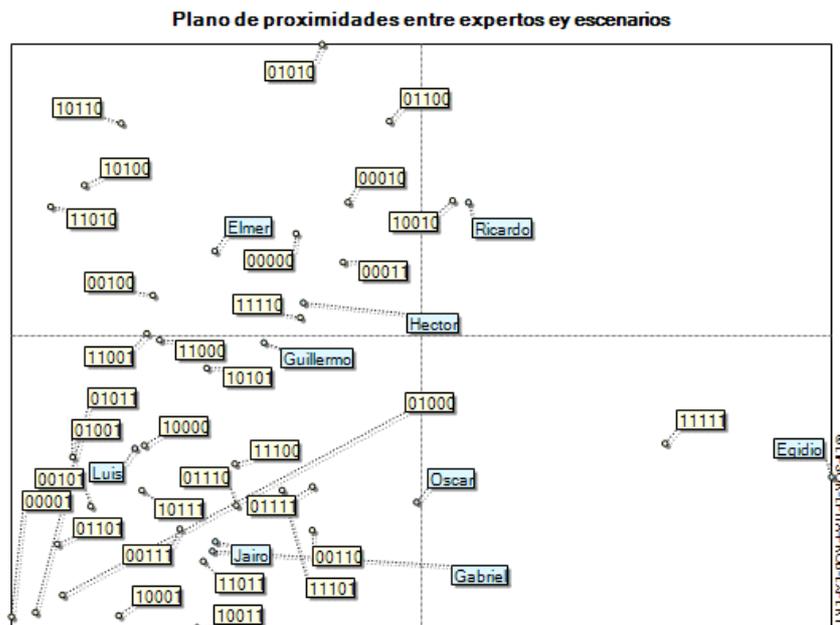
e. PROBABILIDADES SIMPLES

	Probabilidades
1 : InfTecB	0,599
2 : InvInnB	0,566
3 : ContexB	0,631
4 : ExtB	0,539
5 : GesAdmB	0,643

© LIPSOR-EPITA-PROB-EXPERT

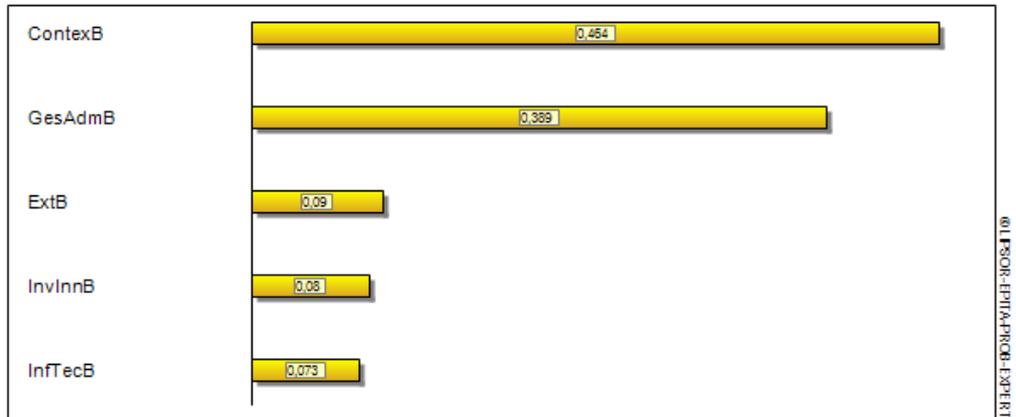
Los valores expresan las probabilidades simples netas

4. PLANOS DE PROXIMIDADES ENTRE EXPERTOS Y ESCENARIOS

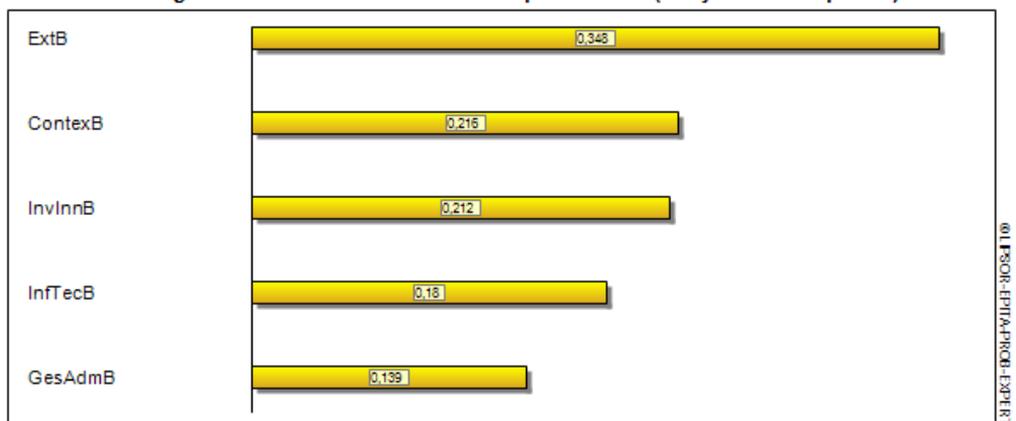


a. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Histograma de sensibilidad de las influencias (Conjunto de expertos)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Conjunto de expertos)



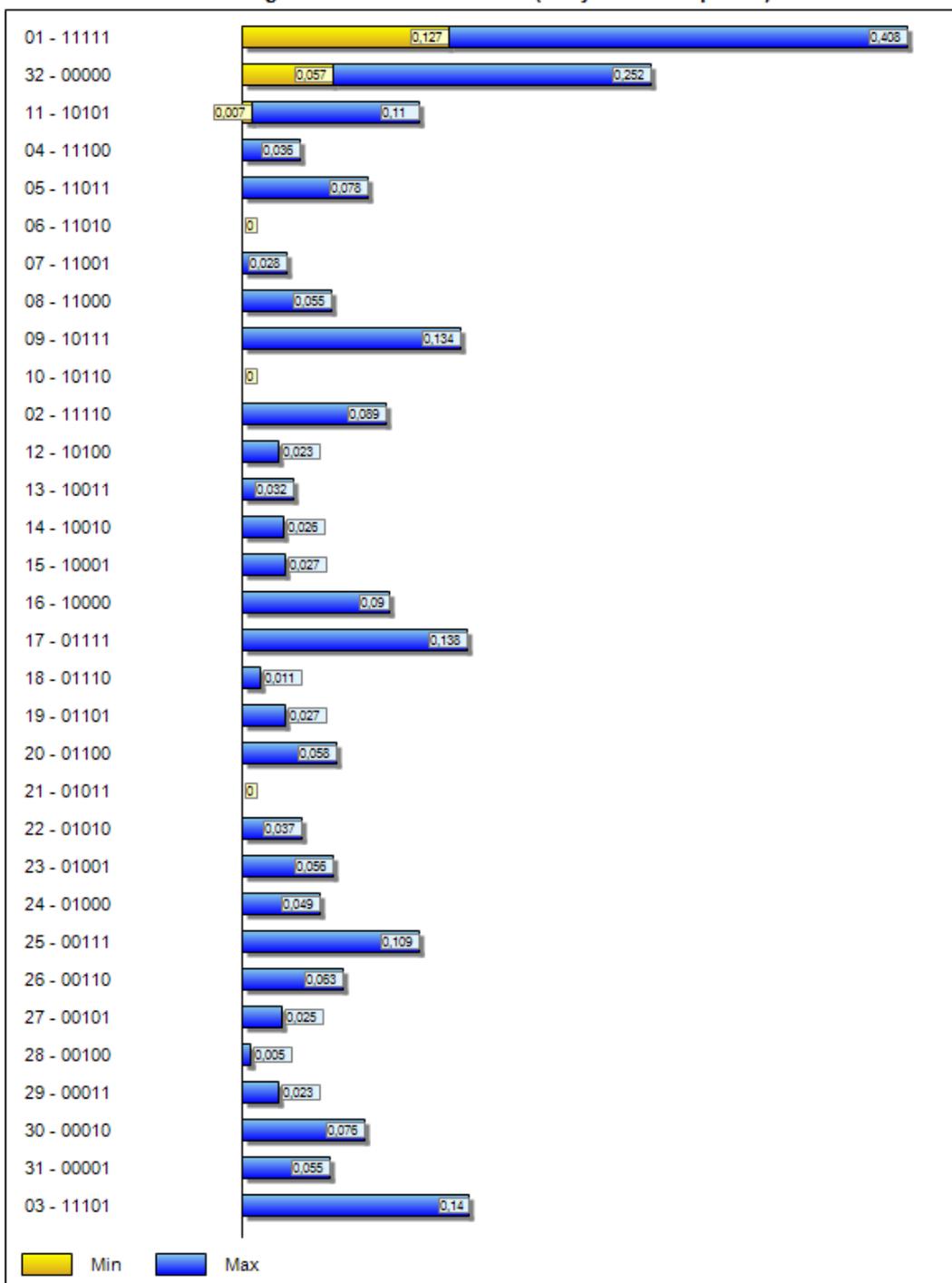
b. ANÁLISIS DE SOLUCIONES CONTRASTADAS

	Max S1	Max S32	Max S17	Max S3	Max S9	Max S2	Max S11	Max S25
1 : 01 : 11111	0,408	0,135	0,127	0,149	0,154	0,187	0,352	0,329
2 : 32 : 00000	0,057	0,252	0,252	0,205	0,224	0,218	0,161	0,169
3 : 17 : 01111	0	0,135	0,138	0,097	0,111	0,089	0,06	0
4 : 03 : 11101	0	0,11	0,111	0,14	0,112	0,11	0	0,069
5 : 09 : 10111	0	0,117	0,124	0,104	0,134	0,053	0	0
6 : 02 : 11110	0	0,089	0,086	0,077	0,061	0,089	0	0,036
7 : 11 : 10101	0,058	0,038	0,037	0,023	0,007	0,053	0,11	0,042
8 : 25 : 00111	0,058	0	0	0,036	0,008	0,057	0	0,109
9 : 05 : 11011	0	0,054	0,062	0,078	0,059	0,047	0	0,01
10 : 07 : 11001	0,027	0,026	0,026	0	0,028	0,011	0,001	0
11 : 08 : 11000	0	0,023	0,021	0	0	0	0,055	0
12 : 04 : 11100	0,008	0,007	0,012	0	0,03	0	0,036	0
13 : 19 : 01101	0	0	0	0	0	0	0,027	0
14 : 13 : 10011	0	0,014	0,007	0	0	0,032	0,03	0,018
15 : 15 : 10001	0	0	0	0	0	0	0	0,027
16 : 16 : 10000	0,09	0	0	0,04	0,03	0,027	0,005	0,048
17 : 27 : 00101	0,025	0,015	0,011	0	0,024	0	0	0
18 : 23 : 01001	0,028	0,004	0	0	0	0,019	0,023	0,056
19 : 21 : 01011	0	0	0	0	0	0	0	0
20 : 30 : 00010	0,076	0	0	0	0	0	0	0
21 : 10 : 10110	0	0	0	0	0	0	0	0
22 : 22 : 01010	0,004	0	0	0	0,021	0	0	0,037
23 : 18 : 01110	0	0	0	0,011	0,007	0	0	0
24 : 24 : 01000	0,049	0	0	0,03	0	0,03	0,028	0,005
25 : 12 : 10100	0,023	0,003	0	0,004	0	0,006	0	0,022
26 : 31 : 00001	0,055	0	0,007	0,03	0,023	0	0,032	0
27 : 29 : 00011	0	0,012	0,008	0,002	0	0	0,023	0
28 : 20 : 01100	0,058	0	0	0	0	0	0	0,04
29 : 06 : 11010	0	0	0	0	0	0	0	0
30 : 26 : 00110	0,009	0	0	0	0	0	0,063	0
31 : 28 : 00100	0	0	0	0,005	0	0,003	0	0
32 : 14 : 10010	0	0	0,003	0	0	0	0,026	0,015

© LPSOR-EPTA-PROB-EXPERT

c. HISTOGRAMA DE LOS EXTREMUMS

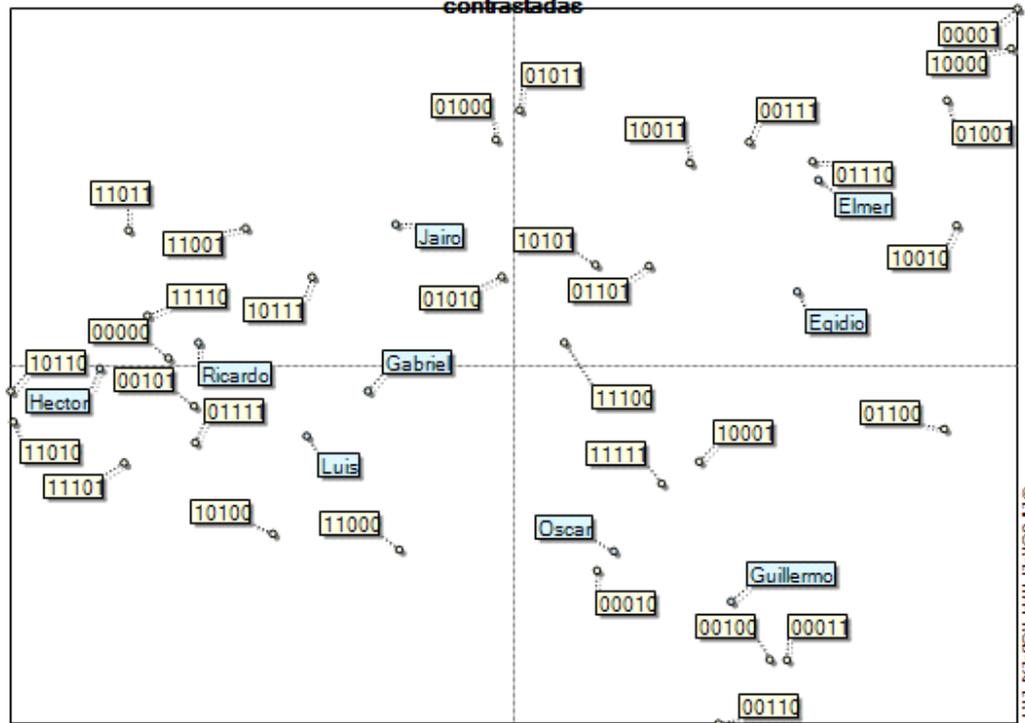
Histograma de los extremums (Conjunto de expertos)



@LFSOR-EPITA-PROG-EXPERT

d. PLANOS DE PROXIMIDADES DE LAS SOLUCIONES CONTRASTADAS

Plano de proximidades entre expertos y escenarios sobre las soluciones más contrastadas



**ANEXO J. FORMATO IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE
VIGILANCIA – FCV⁴⁰**

Temas (FCV)	Subtemas(Cuestiones Críticas de Vigilancia)	Descriptoros	Condicionantes	Prioridad

Ejemplo Tema: Biodiesel

Ejemplo Subtemas: *¿Que desarrollos se han alcanzado? ¿Quiénes son los más avanzados en el tema? ¿Tenemos capacidades en Latinoamérica para abordar este tema?*

Descriptoros: Términos, palabras claves o sintagmas que cualifiquen el tema de estudio.

Condicionantes: Restricciones que se deben contemplar para hacer una búsqueda sobre esos temas. Ejemplo: *estudiar todo lo relacionado con energía,*

⁴⁰ Tomado de Material de Trabajo. Ing, Jenny Marcela Sánchez. Julio 2007.

SÁNCHEZ TORRES, Jenny Marcela. Herramientas de software para la práctica en la empresa de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. España, 2002.

pero no incluir energía de fusión o estudiar solo energía solar. Estudiar únicamente lo reportado 5 años atrás.

Prioridad: Consiste en reflexionar en términos de qué representa este subtema y su resolución para aportar alternativas y soluciones al tema principal. Preguntas como: ¿Ayuda a la resolución del FCV? ¿Es cuestión que siempre hemos querido responder? ¿Quién desea que se resuelva?

La escala de prioridad debe ser valorada de uno a cinco: *1: poco prioritario, 5: Muy prioritario (Calificar preferiblemente a nivel de subtema).*

ANEXO K. INFORME FINAL ESTUDIO VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

Medellín, Marzo de 2010

Ingeniero:

FABIO CASTRILLÓN HERNÁNDEZ

Director y Jefe Facultad de Ingeniería Química y Centro de Ciencia Básica

Universidad Pontificia Bolivariana

Ciudad.

Referencia: Informe Estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva a la temática Diseño de Experimentos.

La vigilancia tecnológica se define como “el esfuerzo sistemático y organizado de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por implicar una oportunidad o amenaza para ésta, con el objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” (Escorsa y Maspons, 2001, citando a Palop y Vicente, 1999).

Teniendo en cuenta lo anterior y la jornada de trabajo con el Grupo de Apoyo Pedagógico -GAP-, se presentan las recomendaciones y propuestas estratégicas que surgieron a raíz de los resultados obtenidos en la aplicación de las etapas de la metodología de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva; Diagnóstico, Búsqueda y Captación, Análisis, Inteligencia y Comunicación:

1. De acuerdo a la misión del Centro de Ciencia Básica que apunta a la fundamentación científica e investigativa de los ingenieros, se hace importante y necesario darle gran relevancia a la temática Diseño de Experimentos como un componente de la investigación experimental, adicionalmente como una competencia del deber ser del Ingeniero Bolivariano.

2. La temática Diseño de Experimentos es complemento esencial dentro de las siguientes áreas del conocimiento:
 - a. Diseño y desarrollo de experimentos
 - b. Etapas del desarrollo de software
 - c. Proyectos tales como: Diseño de productos y servicios, optimización de procesos, diseño de nuevas tecnologías, innovación de producto, servicio y proceso, investigación, entre otras.
 - d. Desarrollo de maquinaria
 - e. Diseño y desarrollo de prototipos industriales
 - f. Pruebas y ensayo de procesos de ingeniería
 - g. Servicios de calibración
 - h. Servicios de mediciones
 - i. Estudios de métodos del tiempo
 - j. Embalaje

3. Mejoramiento en la formación básica disciplinar en diseño de experimentos para los ingenieros de la universidad.

4. Ofrecer servicios en las áreas de instrumentación y metrología con bases sólidas y personal capacitado e idóneo en los campos de acción requeridos y específicamente en el diseño de experimentos.

5. Implementar jornadas de capacitación y formación a profesionales en aspectos normativos del diseño de experimentos, logrando de esta manera intervenir en el diseño y revisión de las mismas, con el objetivo de brindar apoyo empresarial.
6. Establecer alianzas estratégicas con la universidad, empresa, estado, cumpliendo satisfactoriamente con el modelo triple hélice (UEE) y brindando oportunidades a los profesionales de la Escuela de ingenierías.
7. Creación y fortalecimiento de líneas de investigación que apunten a la temática Diseño de Experimentos.
8. Brindar servicios a la comunidad universitaria en las áreas de física, estadística, diseño experimental, simulación, entre otras temáticas que requieran del insumo de diseño de experimentos.
9. Cualificar a profesionales en el diseño de experimentos.
10. Ofrecer cursos teórico-prácticos orientados a la enseñanza-aprendizaje del diseño de experimentos.
11. Aplicación de la metodología de vigilancia tecnológica a temáticas de mayor envergadura para el Centro y la Escuela de Ingenierías, logrando estructurar propuestas estratégicas para los planes de acción y de mejoramiento institucional.
12. Incrementar la demanda de diseño de experimentos en los grupos de investigación.

13. Crear un área de investigación, desarrollo e innovación - I+D+i en diseño de experimentos, con el objetivo de descubrir nuevos conocimientos y una mejor comprensión en el ámbito científico y tecnológico. Adicionalmente, buscar la aplicación de los resultados encontrados para la fabricación de nuevos productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como la mejora e innovación tecnológica sustancial de materiales, productos o sistemas preexistentes.

14. Incentivar el nivel de publicaciones científicas de artículos en revistas indexadas, en instituciones de reconocimiento nacional e internacional, logrando posicionar la universidad y dar auge al diseño de experimentos implementado en el Centro pero poco visualizado en el mercado.

Es importante que el Centro de Ciencia Básica tenga en cuenta que la vigilancia tecnológica se puede articular con los ejercicios de prospectiva tecnológica y estratégica desarrollados, utilizando los resultados como punto de partida o adaptando algunas de sus técnicas, colocándolas en una perspectiva de tiempo más inmediata. Es el caso del Método Delphi, una técnica que permite obtener conclusiones que sirven de insumo y de guía para los procesos de búsqueda, identificación y análisis de los avances científicos y tecnológicos, típicos de la vigilancia tecnológica.

Atentamente,

WILDER PERDOMO CHARRY

Candidato a Magister en Gestión Tecnológica