

# **La renovación curricular desde el diagnóstico social participativo: una experiencia académica de la Maestría en Mecatrónica de UPAEP**

***María del Rubí Salazar Amador***

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

*rubi.salazar@upaep.mx*

***Prudencio Fidel Pacheco García***

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

*fidel.pacheco@upaep.mx*

***Genoveva Rosano Ortega***

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

*genoveva.rosano@upaep.mx*

***Edgar Peralta Sánchez***

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

*edgar.peralta@upaep.mx*

***Juan Manuel López Oglesby***

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

*juanmanuel.lopez@upaep.mx*

## **Resumen**

Se presenta el diagnóstico social, resultado de un estudio de las tendencias nacionales y demandas que emergieron de entrevistas aplicadas a egresados, empleadores y académicos. Tiene por objetivo indagar sobre las competencias que dan respuesta al contexto social histórico en opinión de los actores estratégicos. El propósito es investigar los parámetros que potencian el diseño curricular de la Maestría en Ingeniería

Mecatrónica de UPAEP hacia la generación de capital intelectual que no sólo agregue valor tecnológico al desarrollo nacional, sino que impulse la innovación social mediante propuestas transformadoras y emprendedoras. El análisis de fallas se realiza mediante diagramas de Pareto y se acota al ámbito nacional.

**Palabras Claves:** innovación curricular, competencias profesionales, requerimiento social.

## 1. Introducción

Los programas educativos en mecatrónica han sido desarrollados desde la década de 1970 en todo el mundo a nivel de educación superior. Pero no es sino hasta el inicio del siglo XXI, con la consolidación del mercado global y el desarrollo de productos tecnológicos de constante cambio al alza de valor agregado, que los diseños curriculares, principalmente a nivel posgrado, han explotado hacia una preparación más integral, una que genere egresados que contribuyan a la competitividad empresarial en dicho contexto.

De esta manera, y con la intención de contribuir al desarrollo de capital intelectual que contribuya a un sector productivo cada vez más competitivo, el rediseño curricular de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) se llevó a cabo bajo una cuidadosa investigación social que involucró a egresados, empleadores y académicos eruditos, y que permitió establecer los parámetros para el análisis de las áreas de oportunidad.

Aquí, primeramente se reportan las ideas más relevantes respecto a la investigación del Contexto Social, misma que se acotó al ámbito nacional y en la que se toma ventaja de las ideas centrales de desarrollo en materia tecnológica de las principales fuentes nacionales para tal efecto.

Enseguida se presentan los resultados de la Indagación con los Actores Clave, consistente en un resumen de la opinión obtenida de graduados de la Maestría en

modalidad escolarizada, empleadores de dichos egresados y académicos-científicos expertos en Mecatrónica, mediante entrevistas semiestructuradas.

Finalmente, se presenta el Análisis de Áreas de Oportunidad obtenidas mediante la metodología de Pareto sobre los resultados de la Indagación con los Actores Clave.

## **2. Contexto social**

El siglo XXI plantea nuevos escenarios de competitividad que requieren de políticas de formación de recursos humanos de calidad, que junto con los avances en el campo del conocimiento científico y de desarrollo de las comunicaciones permitan establecer una estrategia educativa basada en el uso intensivo de las nuevas tecnologías, estructuras operativas flexibles y métodos pedagógicos altamente eficientes en el proceso enseñanza-aprendizaje; que todo ello faculte a que las condiciones de tiempo, espacio, ocupación o edad de los estudiantes no sean factores limitantes o condicionantes para el aprendizaje [1, 2]. En este sentido, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 dicta puntualmente que “Por tanto, es necesario innovar el Sistema Educativo para formular nuevas opciones y modalidades que usen las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, con modalidades de educación abierta y a distancia” [3].

En el contexto nacional la tendencia de generación de programas en la modalidad educativa a distancia va en ascenso como respuesta a la demanda de formación a lo largo de la vida y la urgencia de proporcionar nuevos espacios de aprendizaje para ello. Ya en 2012, según el Directorio Nacional de Instituciones de Educación Superior de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), el 44.3% de las Instituciones de Educación Superior (IES) ofrecían programas de educación a distancia y el 51% proyectaba incursionar en la modalidad; el 39% de dichos programas se orientaban al posgrado [4].

Por otro lado, en el mismo Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 se establece, desde sus primeras páginas, la necesidad de impulsar el desarrollo emprendedor como uno de los fines prioritarios del país --resultado de la compleja dinámica económica actual-- y la

innovación como el medio para alcanzarlo: “Nuestros jóvenes requieren un camino claro para insertarse en la vida productiva. Los mexicanos de hoy deberán responder a un nuevo paradigma donde las oportunidades de trabajo no sólo se buscan sino que en ocasiones deben inventarse. La dinámica de avance tecnológico y la globalización demandan jóvenes capaces de innovar” [3]. Dicho desarrollo emprendedor forma parte de una visión que va más allá de lo económico, hasta el ámbito del bien social: “una sociedad con una buena educación tiene como consecuencia mayores posibilidades de empleo, autoempleo, y creación de empleos, así la sociedad crecerá con proyectos sustentables y dirigidos al desarrollo del país, evitando y reduciendo la violencia” [3].

En otro orden ideas de igual valor se encuentra que la innovación se establece en su alcance más amplio, no sólo como un referente personal de vida, sino también como un referente profesional tecnológico de grado superior que catapulte a la sociedad productiva mexicana al contexto global: “El posgrado representa el nivel cumbre del Sistema Educativo y constituye la vía principal para la formación de los profesionales altamente especializados que requieren las industrias, empresas, la ciencia, la cultura, el arte, la medicina y el servicio público. México enfrenta el reto de impulsar el posgrado como un factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que requiere el país para una inserción eficiente en la sociedad de la información” [3].

Precisamente, la Mecatrónica, dada su naturaleza tecnológica innovadora, impacta en los requerimientos sociales, culturales y productivos que requiere el país en los diferentes campos que atiende. De acuerdo al Diagnóstico y Prospectiva de la Mecatrónica en México 2011 --estudio promovido por la Secretaría de Economía y la Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa-- dichos cambios de valor agregado ocurren en:

- “Cambios en diseño.- Debido a que las herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD) para mecatrónica deben ser capaces de globalizar más y más los requerimientos mecánicos, electrónicos y de procesamiento de datos.

- Cambios en producción.- Debido a que la integración de subsistemas mecánicos y electrónicos requieren habilidades, pero también condiciones de ensamblaje que no siempre están disponibles en las empresas.
- Cambios en calidad y confiabilidad.- Debido a que la definición de las condiciones de operación detalladas para sistemas complejos, está lejos de ser obvia.
- Cambio cultural.- Debido a lo que la mecatrónica está demandando a nivel de competencias, tanto individuales como en los sistemas de colaboración entre industrias” [5].

También se puntualizan los sectores en los que la Mecatrónica ha impulsado una evolución más acelerada en las últimas décadas –como un bien social y productivo-- y permitido el desarrollo de diversos sectores económicos: “el de Biotecnología, Medicina, Electrónica, Telecomunicaciones y Servicios de Información, Distribución, Transportación y Logística, Construcción, Energía, Minería, Petróleo, Maquinaria Industrial, Agricultura y Defensa, entre otras”. Finalmente, y en el mismo contexto, se establece que “Los productos y procesos derivados de la Mecatrónica tienen mayor vigencia, mayor valor agregado y generan por lo tanto mayores beneficios económicos y laborales; fomentan el empleo de mayor profesionalización y el desarrollo social” [5].

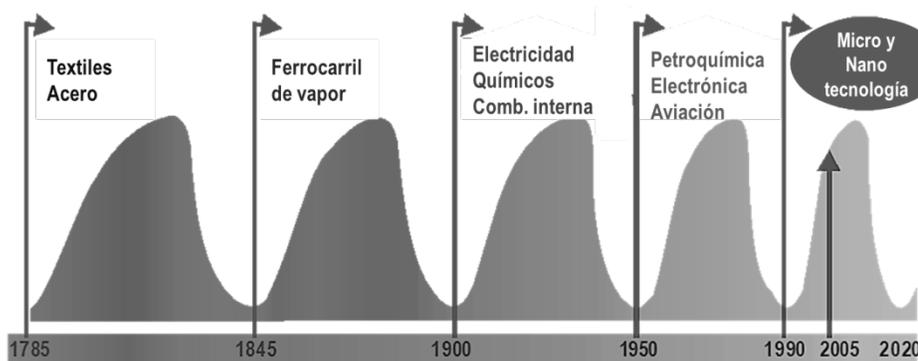


Fig. 1. Eras de Innovación de Kondratieff [6].

Esta evidente importancia tecnológica de la Mecatrónica no es fortuita. Cuando se realiza la revisión del estado del arte en el área de ingeniería, se encuentra que ha habido diversas fases tecnológicas históricas --llamadas Eras de Innovación de Kondratieff-- , que han sido pertinentes en términos de las necesidades tecnológicas y sociales, primeramente locales y enseguida globales [6]. Un análisis de dichas fases hace evidente lo natural de la manera en que la ciencia y la tecnología dieron paso a disciplinas integradoras como la Mecatrónica.

La ingeniería Mecatrónica, como una disciplina tecnológica integradora, no ha escapado a este proceso evolutivo tecnológico, de modo que en estado del arte los sistemas mecatrónicos son, en general, clasificados en base al tamaño de sus partes y del sistema mismo de la siguiente manera:

- Macromecatrónica o sistemas convencionales --involucran dimensiones de metros, centímetros y milímetros--.
- Micromecatrónica o sistemas microelectromecánicos (MEMS, por sus siglas en inglés: MicroElectroMechanical Systems) --involucran dimensiones de micrómetros o milésimas partes de milímetro-- ,
- Nanomecatrónica o sistemas nanoelectromecatrónicos (NEMS por sus siglas en inglés: NanoElectroMechanical Systems) --involucran dimensiones de nanómetros o millonésimas partes de milímetro-- [7].

### **3. Indagación con los Actores Clave**

Las entrevistas semiestructuradas, aplicadas de Agosto a Diciembre de 2012 por la Academia a Egresados pertenecientes a las últimas generaciones de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica en la modalidad escolarizada, a Empleadores y a Académicos-Científicos expertos en mecatrónica se realizaron principalmente por teléfono, en fecha y horario establecido por el entrevistado y dando margen a la misma transcurriera sin prisa. Los actores clave son el centro del diagnóstico social participativo que permitirá permear la responsabilidad social del análisis [8, 9]. Las entrevistas fueron diseñadas para ser

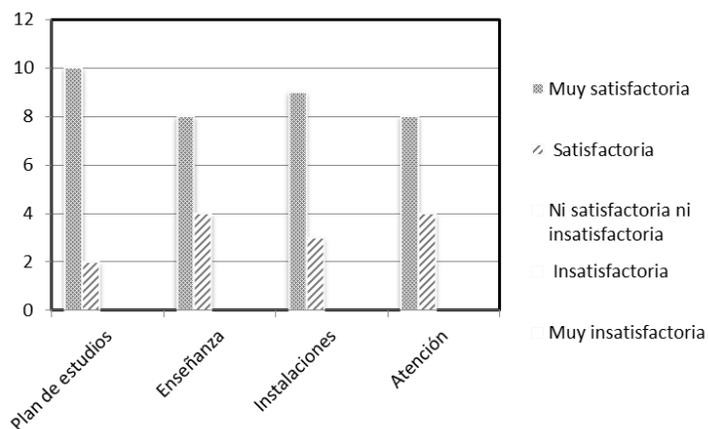
aplicadas en términos comunes en el ámbito, mediando siempre una explicación amplia referente al objetivo y a los alcances; de modo que para efectos de homologar dicha terminología y la utilizada en el presente documento se establece que las competencias relativas a Innovación se denominaron como de Creatividad, las de Desarrollo emprendedor como Empresariales, y las de Conocimientos Tecnológicos como de Manufactura.

Las entrevistas aplicadas a los Egresados de la Maestría escolarizada se hicieron no sólo pertinentes una vez que, como indican el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Subsecretaría de Educación Superior: “La calidad de la educación no está determinada por la modalidad presencial o distancia de los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino lo está por la calidad de sus procesos metodológicos y sus diseños pedagógicos y/o andragógicos. La experiencia internacional y nacional muestra que una formación a distancia de calidad provee a los estudiantes de una preparación que los inserta en el mundo del trabajo o los promueve en él, en las mismas condiciones que los egresados de los sistemas exclusivamente presenciales” [10]. Sino necesarias como un invaluable punto de referencia para analizar los requerimientos del entorno en cuanto a las competencias requeridas por el mismo. Estas entrevistas giraron en torno a su satisfacción y observaciones relativas a:

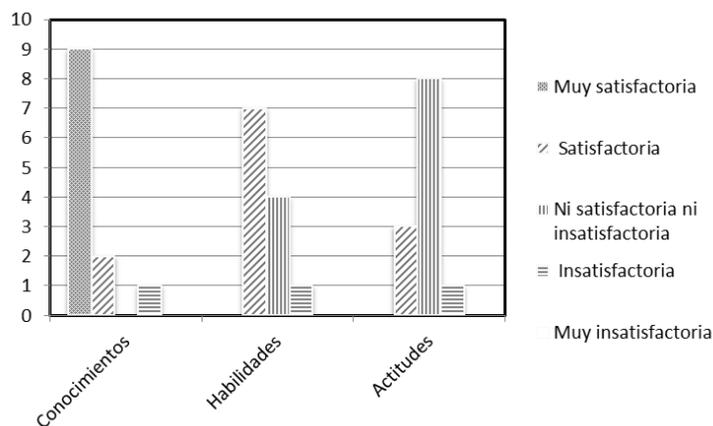
- Las competencias obtenidas y servicios en su estancia como estudiante: el plan de estudios y su estructura, la organización de la enseñanza, los recursos humanos, las instalaciones e infraestructura, el proceso de enseñanza-aprendizaje, el acceso y la atención al estudiante.
- Las competencias que el sector productivo le requiere como egresado: conocimientos, habilidades y actitudes que no les hubiesen sido provistas durante su formación en el Programa.

Los resultados de las entrevistas aplicadas a los Egresados se muestran en la Figs 2, 3 y 4, y a partir de ellos pueden inferirse que el Sector Productivo les requiere prioritariamente competencias de Innovación Tecnológica, que no les han sido provistas en su formación como estudiante, y enseguida, en un segundo nivel de prioridad, se les

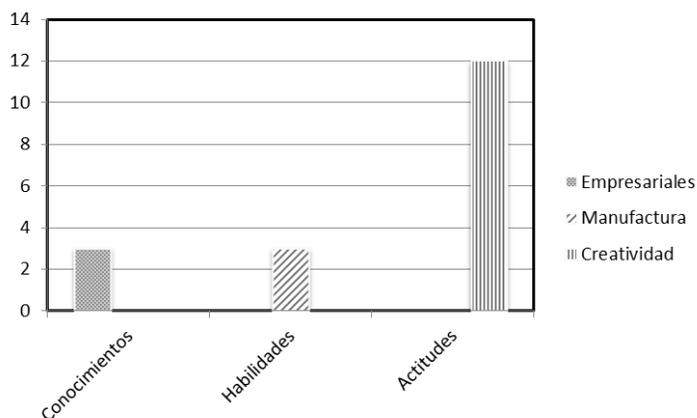
requiere preparación en el área de Desarrollo Emprendedor y de Conocimientos Tecnológicos.



**Fig. 2. Resultado de las entrevistas aplicadas a los Egresados: competencias obtenidas y servicios recibidos en su estancia como estudiante.**



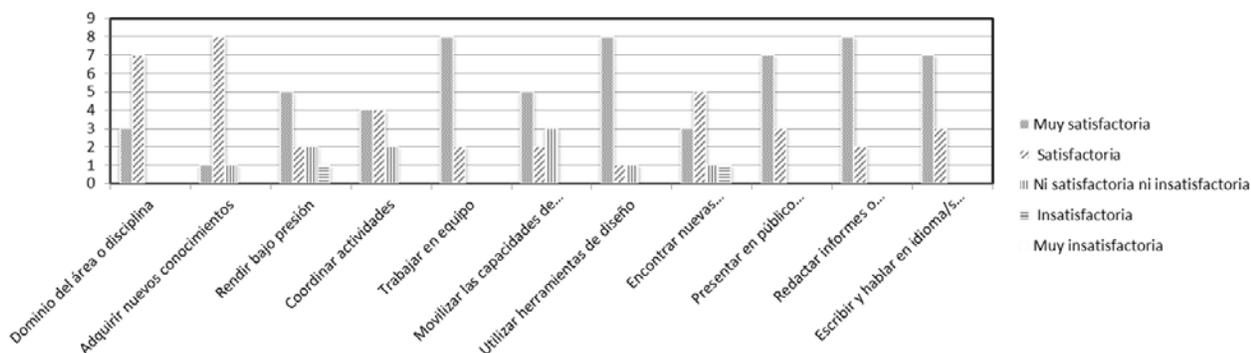
**Fig. 3. Resultado de las entrevistas aplicadas a los Egresados: competencias genéricas que el sector productivo le requiere como egresado.**



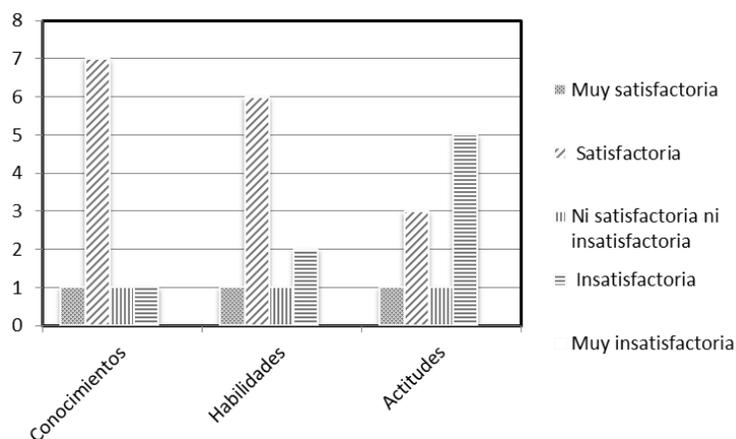
**Fig. 4. Resultado de las entrevistas aplicadas a los Egresados: categoría en que caen las competencias que le requiere el sector productivo.**

Las entrevistas semiestructuradas aplicadas a los Empleadores --ver Figs 5, 6 y 7-- giraron en torno a su satisfacción y observaciones referentes a las capacidades de los egresados relativas a:

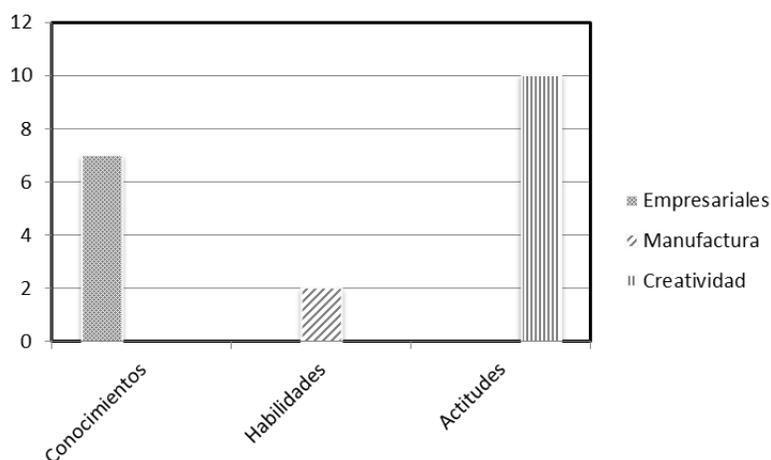
- Conocimientos.
- Habilidades.
- Actitudes.



**Fig. 5. Resultado de las entrevistas aplicadas a los Empleadores: detalle de las competencias que requiere el sector productivo.**



**Fig. 6. Resultado de las entrevistas aplicadas a los Empleadores: competencias genéricas exhibidas por el egresado ahora empleado.**



**Fig. 7. Resultado de las entrevistas aplicadas a los Empleadores: categoría en que caen las competencias requeridas.**

Las entrevistas aplicadas a los empleadores arrojaron necesidad apremiante de que los egresados posean competencias en Innovación, seguida por un fuerte requerimiento de competencias en Desarrollo emprendedor y una ligera solicitud de mejora en competencias de Conocimientos Tecnológicos.

Las entrevistas aplicadas a los Académicos-Científicos expertos en mecatrónica giraron en torno a cómo dar pertinencia nacional e internacional al Programa en términos:

- o Sociales.

o Tecnológicos.

Las entrevistas aplicadas a los Académicos-Científicos indican que, de acuerdo a su experiencia y conocimiento de estado del arte, las competencias que darán mayor pertinencia nacional e internacional al Programa son, por orden de importancia, agrupadas en Innovación, Desarrollo Emprendedor y Tecnología. Ver Figs 8, 9 y 10.

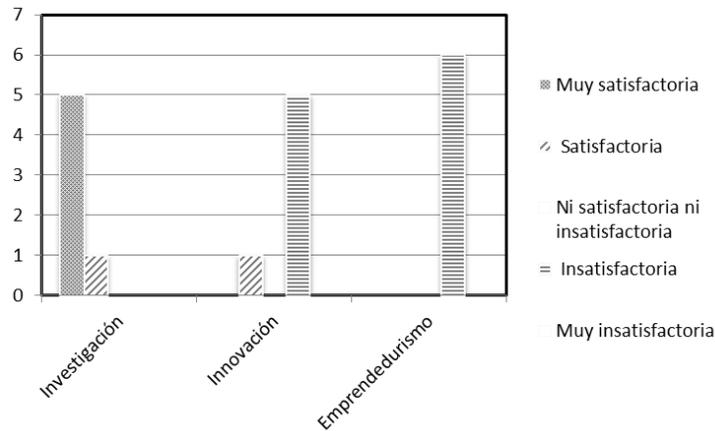


Fig. 8. Entrevistas aplicadas a los Académicos-Científicos: pertinencia social.

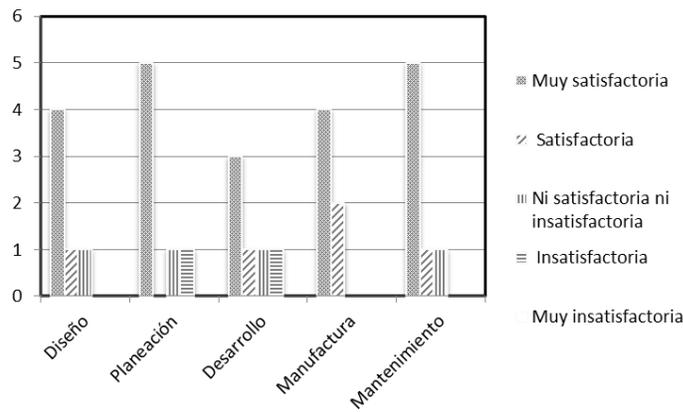
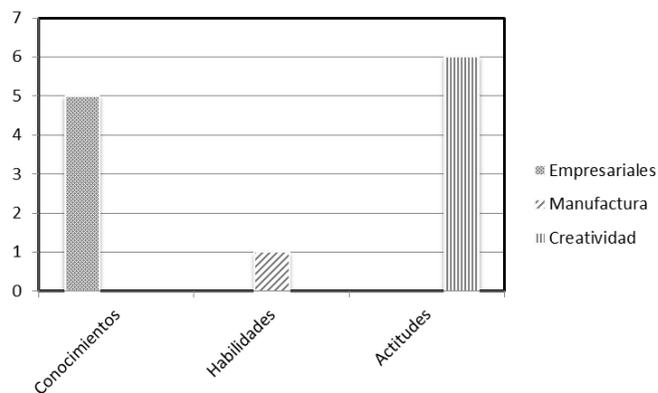
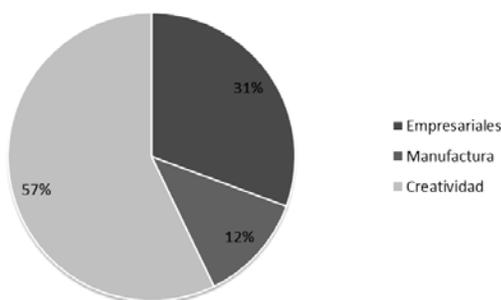


Fig. 9. Entrevistas aplicadas a los Académicos-Científicos: pertinencia tecnológica.



**Fig. 10. Categoría de las competencias para dar pertinencia nacional e internacional.**

Como resultado de todo el proceso de entrevistas, se puede concluir que las mismas tienen coincidencia en que para dar congruencia a las competencias adquiridas en el Programa y a las demandas del sector productivo nacional e internacional hay que reforzar las áreas de Innovación y Desarrollo Emprendedor. Tal y como se esquematiza en la Fig. 11, donde “Creatividad” se traduce como una competencia de Innovación y “Empresariales” como de Desarrollo emprendedor.

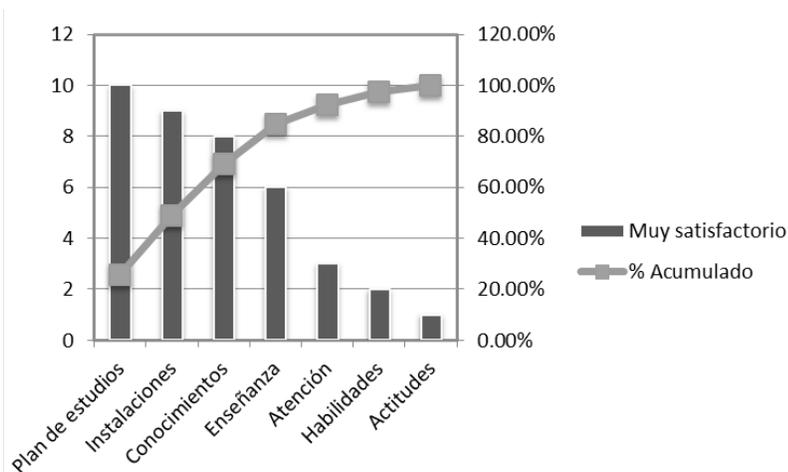


**Fig. 11. Áreas de intersección de las encuestas realizadas a Egresados, Empleadores y Académicos-Científicos. “Creatividad” se traduce como una competencia de Innovación y “Empresariales” como de Desarrollo emprendedor.**

## 4. Análisis de Áreas de Oportunidad

Siguiendo la metodología de Pareto --basado en el también denominado principio de Pareto o “ley de los pocos vitales”--, se ha constituido un método de análisis de datos que permite estructurarlos de manera que se distinga cómo unas pocas categorías acumulan las observaciones de mayor peso, mientras que el resto de las categorías, aunque más numerosas, agrupan un menor peso en los elementos de comparación [11, 12, 13]. El método de Pareto ayuda a distinguir entre las muchas causas triviales de un problema y las pocas vitales. Este principio es también conocido como la “regla 80-20”, pues estas proporciones son las que se producen entre los efectos y las causas.

Al aplicar el análisis de Pareto, en las entrevistas semiestructuradas, ha sido posible realizar una comparación cuantitativa y ordenada --jerarquizada-- de los elementos o factores según su contribución a la percepción de calidad del Posgrado, que permite clasificarlos en dos categorías: Los “muchos irrelevantes” --los elementos que contribuyen poco al efecto, menor al 20% acumulado-- y los “pocos vitales” --los muy importantes en su contribución mayor o igual al 80% acumulado--.



**Fig. 12. Diagrama de Pareto que relaciona las repuestas “Muy satisfactorias”, obtenidas mediante las entrevistas, con los diferentes elementos del Programa involucrados en el desarrollo de competencias.**

De la Fig. 12 se desprende que el Plan de Estudios, las Instalaciones y los Conocimientos contribuyen al 80% acumulado en la satisfacción mostrada por las entrevistas semiestructuradas; es decir, estos parámetros representan los “pocos vitales” que contribuyen a la complacencia de los entrevistados en la categoría “muy satisfactorio” y que por lo tanto se pueden considerar como los parámetros que distinguen al Programa.

No obstante, para dar cabida en el rediseño curricular a los resultados del Contexto Social los parámetros relevantes se concluyen mediante la adición de modalidad a los obtenidos por el diagrama de Pareto. Estos últimos se correlacionan con los elementos del Programa que contribuyen a dichas competencias de la manera en que se muestra en la Fig. 13.



**Fig. 13. Parámetros relevantes a considerar en el benchmarking. Se identifica la correlación entre los parámetros relevantes obtenidos por el diagrama de Pareto con los elementos del Programa que contribuyen a las competencias evaluadas.**

## 5. Conclusiones

El diseño curricular debe realizarse bajo un concepto evolutivo incluyente de la Modalidad No Escolarizada, que permita que un mayor número de personas que por diversas razones no han podido incorporarse al sistema tradicional con este sistema lo hagan, así

como aquellos que combinan el trabajo con los estudios, accedan a los estudios de educación superior.

En lo tecnológico debe procurar la transferencia de conocimiento en las líneas de Macromecatrónica, Micromecatrónica y Nanomecatrónica. Mismas que permitirán, por un lado, dar continuidad a las competencias adquiridas durante la licenciatura, y por otro, originarán capital intelectual con preparación profesional especializada para el desarrollo de proyectos de valor agregado, mismos que responderán a los requerimientos del acelerado avance en el ámbito de la ciencia y la tecnología de importancia estratégica nacional.

Por otro lado, el diseño curricular deberá proponer una preparación educativa que vaya más allá de la adquisición del conocimiento tecnológico y de aptitudes de investigación que actualmente se ofrecen en la mayoría de los programas del mercado. Deberá ofrecer el desarrollo de competencias que catapulten a los egresados como vehículos de crecimiento de la competitividad del sector productivo: Innovación y Desarrollo Emprendedor. La actividad innovadora concebida como factor determinante de la ventaja competitiva tecnológica de valor agregado, y el desarrollo emprendedor como del modo promover la producción de propiedad intelectual que impulse la generación de empresas innovadoras y competitivas.

## **6. Referencias**

- [1] M. R. Pérez Salazar, C. E. Mar Orozco, L. Cruz Rivero, "Un análisis de los factores de innovación curricular". *Pistas Educativas*, No. 101, Mayo 2013. 247-256.
- [2] F. J. López Chanez, A. Casique Guerrero & L. R. Martínez García, "Egresados, empleadores y la responsabilidad social". *Pistas Educativas*, No. 101, Mayo 2013. 26-43.
- [3] Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Gobierno de la Republica. México. 2013.

- [4] Directorio Nacional de Instituciones de Educación Superior, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. Consultado en Octubre de 2013 de [http://201.161.2.34/la\\_anuies/diries/](http://201.161.2.34/la_anuies/diries/)
- [5] Diagnóstico y Prospectiva de la Mecatrónica en México. Centro de Investigación en Materiales Avanzados SC. México. 2011.
- [6] Analysis & Trends: The sixth Kondratieff –long waves of prosperity. Allianz Global Investor. Alemania. 2010.
- [7] D. Bradley & D. Rusell (2010). *Mechatronics in Action*. 2010. Ed. Springer.
- [8] F. J. Lopez Chaves, A. Casique Guerrero & L. R. Martínez García, “Egresados, empleadores y la responsabilidad social”. *Pistas Educativas*. 101. Mayo 2013. 26-43.
- [9] M. R. Pérez Salazar, C. E. Mar Orozco & L. Cruz Rivero, “Un análisis de los factores de innovación curricular”. *Pistas Educativas*. 101. Mayo 2013. 247-256.
- [10] Términos de Referencia PNPC. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Subsecretaría de Educación Superior. México. 2011.
- [11] Herramientas Para el Análisis y Mejora de Procesos: Programa Especial de Mejora de la Gestión en la Administración Pública General 2008-2012. Gobierno Federal. México. 2008.
- [12] G. Karuppusami and R. Gandhinathan, “Pareto analysis of critical success factors of total quality management”. *The TQM Magazine* 2006 18:4. 372-385.
- [13] H. Kume, E. Vasco & H. Kume, “Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad”. Editorial Norma, 1992. 19-24.