

Información General

Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías			
Programa Académico: Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico		Grupo(s) de Investigación DIMAT	
Nombre del semillero /Sigla Semillero de investigación en Diseño y Materiales para Ingeniería DIMAIN		Fecha creación: 22 / 09 / 2014	
		Regional: Santander	
Líneas de Investigación: Diseño, modelamiento y simulación de máquinas y estructuras			
Áreas del saber (1)			
	1. Ciencias Naturales	X	2. Ingeniería y Tecnologías
	3. Ciencias Médicas y de la Salud		4. Ciencias Agrícolas
	5. Ciencias sociales		6. Humanidades

Información del Director del Proyecto

Nombre: Luis Alberto Laguado Villamizar		No. de identificación y lugar de expedición: 91480210 de Bucaramanga	
Nivel de Formación Académica Diseñador Industrial Magister en Ingeniería de Materiales			Asesor
		X	Líder de semillero
Celular		Correo Electrónico: llaguado@correo.uts.edu.co	

Información de los autores

Nombre	No. Identificación y lugar de expedición:	Celular	Correo Electrónico
Luis Alberto Laguado Villamizar	91480210 de Bucaramanga		llaguado@correo.uts.edu.co
Carlos Andres Gamboa Caicedo	1095950321 de Girón		carlosagamboa@uts.edu.co
Santiago Alberto Rondón Porras	1095701820 de Barichara		sarondon@uts.edu.co

Proyecto

1. Título del Proyecto: Modelado y simulación de un brazo robótico tipo "KUKA" de 6 grados de libertad	Modalidad del Proyecto (2)				
	PA	PI	TG	RE	Otra. Cuál?
		X			
2. Planteamiento de la Problemática:					
<p>La robótica es la técnica que se ocupa del diseño, elaboración y aplicación de máquinas autómatas programables. Su principal propósito es ejecutar tareas repetitivas como el ensamble de automóviles, equipos industriales, maquinas, entre otras actividades.</p> <p>La empresa Penagos Hermanos se ha caracterizado durante varios años en ser una empresa metalmecánica dedicada al sector agrícola. La cual se ha fortalecido con el paso del tiempo y es por esto que su gerente el señor Alfonso Penagos afirma que "Es una empresa en la cual, cualquier cliente del sector agrícola pueda encontrar su solución" (Penagos, A. (2014)). Es por ello que esta empresa siempre tiene como prioridad la fabricación de equipos de calidad y siempre estar</p>					

al servicio de sus clientes. No obstante, la empresa presenta una dificultad en sus procesos de producción y calidad debido a que estas actividades no son cien por ciento automatizadas.

Por consiguiente, se formula la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede incorporar el Diseño de un brazo robótico KUKA al proceso de soldadura en la empresa Penagos Hermanos y Compañía S.A.S? De modo que la problemática a resolver, se basa en la modelación del brazo robótico tipo KUKA tomando como modelo de referencia KUKA KR 10 R1100 SIXX que se encuentra en el laboratorio de Sistemas Flexibles de Manufactura en las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Bucaramanga.

En este proyecto, se pretende realizar un modelado y simulación de un brazo robótico tipo “KUKA” de 6 grados de libertad, el cual permitirá que la empresa Penagos obtenga un incremento en su producción con mejores resultados en su calidad.

3. Antecedentes:

- En la Fundación Universidad de América, ubicada en la ciudad de Bogotá, los egresados Alvarado carillo, N y Gualteros Matiz, Y. crearon un proyecto de grado titulado “Diseño de un brazo robótico para utilizar en un laboratorio de automatización “en el cual se utilizaron los conocimientos en programación en Arduino. Asimismo, la disposición de una maquina laser de corte de madera y una impresora 3d para poder obtener las piezas del brazo robótico.

El objetivo planteado fue diseñar un brazo robótico de 3GDL el cual servirá de implementación en un proceso de manufactura de envasado y también como un módulo didáctico en el laboratorio teniendo en cuenta su impacto ambiental y su financiación (Alvarado y Gualteros, 2019).

- En la universidad Autónoma de Occidente de Santiago de Cali se han venido desarrollando investigaciones sobre el diseño del robot soldador. Es por ello que Uribe Diego y Sánchez Edward llevaron a cabo en el año 2019 el proyecto de grado titulado “Diseño de robot soldador de bajo costo” para el desarrollo de este trabajo fue necesario tomar como referentes teóricos al robot industrial, estructura mecánica de un robot, morfologías de robots industriales, cinemática de robots industriales y los métodos de soldadura.

Los autores de este proyecto se propusieron como objetivo general el diseñar un robot soldador de bajo costo como mecanismo para optimizar los procesos de producción. Pero, para cumplir a cabalidad este objetivo fue necesario seguir los siguientes pasos: Analizar las restricciones de un sistema autónomo y validar el diseño propuesto en la soldadura. Es importante mencionar que este proyecto se pudo completar en su totalidad y obtuvo el resultado esperado (Uribe y Sánchez, 2019).

- En el 2016 un grupo de estudiantes llamados Muñoz Zatzabal, Henry y García Salazar, Genaro se interesaron por un brazo robótico y es por este motivo que realizaron un proyecto de grado titulado “Construcción y ensamblaje de un brazo robot a escala controlado con una tarjeta Arduino y desarrollado del software, para el control y manipulación por medio de joystick, Labview y app por Bluetooth”. Es importante mencionar que el problema identificado en este trabajo fue que se evidenció que el brazo robótico presenta poca demanda debido al poco desarrollo, además de sus limitaciones tecnológicas. Por este motivo, los autores se plantearon el objetivo que consistía en desarrollar el brazo robótico para controlarlo por medio de un joystick, pero para alcanzar dicho objetivo fue importante realizar los siguientes pasos, el ensamblaje del brazo por medio de referencias, configuración de la tarjeta arduino Uno realizar el software de la app, realizar la programación de bloques en el controlador Labview y comprobar el funcionamiento. Finalmente se puede concluir que el proyecto fue desarrollado en su totalidad y se logró un nuevo aporte al brozo robótico de 6 GDL (Muñoz y Garcia, 2016).

4. Justificación:

Las instituciones de educación superior se interesan en generar innovaciones que les permitan aplicar conocimientos científicos y tecnológicos en dispositivos que lleven a beneficiar al sector industrial. La presente propuesta es parte del proyecto: “BI-0093 Diseño y construcción de bancos de prueba para el análisis de mecanismos”, del semillero de investigación en Diseño y Materiales DIMAIN. Este proyecto está dirigido al diseño, modelado, simulación y construcción de diversos mecanismos que permitan contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, y a su vez generar propuestas de implementación en el sector empresarial.

En el programa de Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico de las Unidades Tecnológicas de Santander UTS, los docentes son ingenieros, especialistas, magísteres o doctores que dominan diferentes campos del conocimiento. De esta manera, se aprovecha el potencial humano para proponer avances tecnológicos que puedan ser aprovechados en el sector empresarial de la región.

Uno de los motivos que llevan a realizar esta investigación es la posibilidad de ofrecer una herramienta tecnológica para implementar en la empresa Penagos Hermanos y Compañía S.A.S. Esta empresa se dedica al diseño y fabricación de maquinaria agroindustrial desde hace 120 años, y uno de los aspectos que ha permitido su posicionamiento en el mercado es la permanente actualización tecnológica.

5. Marcos Referenciales:

5.1 Robótica

“La robótica es una ciencia o disciplina encargada del diseño, construcción e implementación de máquinas programables o robots que ha contribuido en el desarrollo y progreso del nuevo oleaje tecnológico derivado de la inteligencia artificial” (Acosta et al, 2015).

La robótica esta categorizada como una técnica mas no una ciencia, porque a través de esta se emplean términos importantes los cuales pertenecen a las ramas de la electricidad, programación, mecánica, electrónica. Con el objetivo de conseguir algo práctico y así poder ir sustituyendo al hombre en trabajos de carga pesada, tareas repetitivas o que no requieren mucha importancia del hombre como tal. Con la robótica se logra ser más eficiente en los procesos industriales como en la vida cotidiana también.

5.2 Mecanismos

Según el texto Análisis y síntesis de mecanismos con aplicaciones, el mecanismo se define como “un dispositivo mecánico compuesto por elementos generalmente rígidos, cuya función es transmitir el movimiento o bien transformarlo en un patrón deseable”. Por otro lado, los mecanismos se visualizan en cualquier tipo de máquina ya que a través del tiempo se ha trabajado por mejorar el funcionamiento de estas en la vida cotidiana. Además, se encuentran en los sistemas de ventanas de los carros, relojes, bicicletas y también son usados en los procesos industriales en la parte de la automatización, porque cuentan con una capacidad de generar movimientos sincronizados (Guerra, 2016).

5.3 Brazo robótico

El brazo robótico es un mecanismo, el cual se programa para ejercer ciertas actividades o tareas designadas semejantes al de un brazo humano. Asimismo, puede ser un robot completo o simplemente un brazo robótico autónomo. Además, el brazo robótico tiene movilidad de rotación y traslación esto debido a sus diversas partes que se unifican y se programan. Por otra parte, estos mecanismos tienen una mayor demanda que los propios brazos del ser humano debido a que pueden alcanzar una mayor rapidez o incluso desarrollar desplazamientos de objetos más prolongados que el brazo humano. Por otro lado, el mecanismo puede desempeñar tareas supremamente delicadas en comparación al brazo humano.

Figura 1: Brazo robótico “KUKA” realizando procesos de pintura



Fuente: (KUKA, 2019).

Según el empresario tecnológico estadounidense Bill Gates, “la robótica y otras combinaciones harán que el mundo sea bastante fantástico en comparación con hoy en día”. Esto es una realidad debido a que el mundo se actualiza constantemente y las innovaciones no terminan. Por ello, la investigación abarcará la clasificación de los brazos robóticos los cuales a través del tiempo han evolucionado y hoy en día los podemos calificar. A continuación, se abordará la clasificación de este sorprendente mecanismo que sin lugar a dudas le ha facilitado la vida al hombre (Gates, 2015).

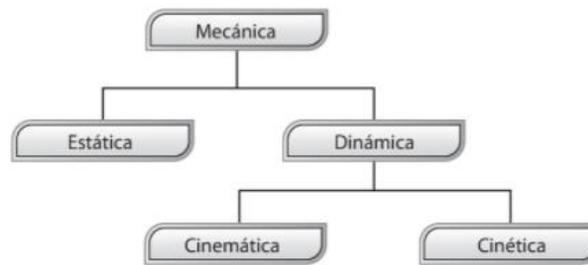
El Brazo Robótico estilo Cartesiano como se observa en la Figura 3, está comprendido por tres articulaciones prismáticas, esto a su vez limita la manipulación de un objeto deseado y que deba ser aproximado desde un lado, estas uniones tienen un eje que frecuentemente son ortogonales entre ellas mismas. Asimismo, cuenta con una gran rigidez y precisión. Finalmente, su espacio de trabajo es definido por un paralelepípedo rectangular.

5.4 Cinemática

La cinemática pertenece a una de las ramas de la mecánica como se observa en la Figura 10. La cual se basa en estudiar el movimiento sin tener en cuenta las fuerzas que lo ocasionan, de esta manera la cinemática se centra en poder estudiar la rotación, posición, velocidad, desplazamiento y también la aceleración.

En los mecanismos el análisis de desplazamiento se basa en que de acuerdo a la posición de cada eslabón se puede determinar la ubicación de los elementos en cualquier instante, ya sea en las articulaciones por medio del análisis de partículas y en los eslabones con el análisis de sólido rígido, todo esto con el fin de conocer su funcionalidad y aplicaciones. Asimismo, es importante mencionar las soluciones por métodos gráficos en los cuales se basan en vectores y geometrías, más sin embargo estas soluciones pueden ofrecer ciertas incertidumbres por sus trazos.

Figura 1: La mecánica y algunas de sus divisiones



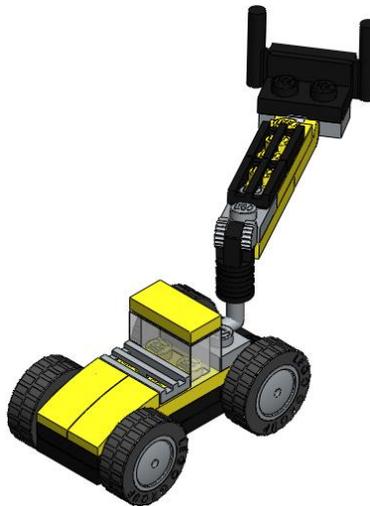
Fuente: (Guerra, 2016).

El análisis de desplazamiento consiste en encontrar la posición de los eslabones de acuerdo a la longitud de los eslabones y la ubicación de las articulaciones en función de una posición de entrada.

5.5 Modelado 3D

En la actualidad el modelado 3D es una técnica que ha abarcado gran potencialidad en el mundo. Ya que, con los programas adecuados y el personal capacitado se pueden lograr creaciones de objetos, productos o personajes teniendo presente sus aspectos físicos y materiales. Estos diseños son el resultado de tres dimensiones en las computadoras. Asimismo, el producto final es conocido como modelo 3D y estos se pueden tener al alcance de la mano construyendo los modelos en impresoras 3D.

Figura 2: Vehículo construido en Bloques de "LEGO" y modelado en Solid Works.



Fuente: Los autores del proyecto

En la actualidad se pueden dividir los modelados según la forma de diseño del mismo. A continuación, se abordarán las diferencias entre ambos. Primero están los modelos sólidos que se construyen a base de fórmulas matemáticas y volumen son bastante realistas en comparación a los objetos verídicos del mundo y este tipo de modelo se emplea en el sector de la salud. Al contrario, encontramos los modelos poligonales o también conocidos como modelos de superficie que son un simple diseño donde lo principal es mantener un punto, un plano y una línea para formar objetos de forma poligonal.

Para el modelado 3D solo basta tener una excelente imaginación ya que nada le es imposible a los diseños y estos hacen posibles los efectos visualices que son utilizados en grandes compañías como de entretenimientos, especialistas en productos, en la parte de comunicación incluso resulta de gran ayuda para los médicos quienes crean diseños en 3D para cirugías, prótesis, dentaduras, audífonos entre otras.

Solidworks actualmente desarrollado por Dessault Systemes, es un Software de diseño asistido por computador "CAD", utilizado para modelar piezas, dibujos, ensambles mediante el diseño hasta su etapa de fabricación.

5.6 Simulación

En el año 1976 el señor Thomas Goldsmith estableció el término simulación como un método numérico para administrar experimentos en una computadora. Por consiguiente, dichos experimentos tienen varios tipos, con ciertos vínculos matemáticos y lógicos, que son indispensables para describir el orden y el comportamiento de sistemas difíciles en la realidad a través de periodos extensos. Por otra parte, Shannon en 1976 expresó que la simulación es el desarrollo de diseñar un modelo de un método real y finalmente tener experiencias con esta simulación. La finalidad es el entendimiento

de su comportamiento o pensar en nuevas tácticas. Pero, es esencial tener presente los límites atribuidos por uno o varios criterios, para un adecuado manejo del sistema (Villa, I. 2017).

5.7 Soldadura

La soldadura es un procedimiento en la industria donde se unen dos o más materiales con ayuda de fuentes de presión y/o calor localizadas. Dichas uniones soldadas se pueden dar por medio de la presión, fusión y calor. Así mismo, el material de aporte puede tener diferente o la misma composición química que el material de base.

Por otro lado, esta tecnología ha desarrollado investigaciones en las últimas décadas, las cuales han proporcionado grandes apoyos en su progreso. Algunos de estos avances son el desarrollo de equipos y los procesos se convierten en una tecnología compleja. Según estudios, se han reconocido más de 50 procesos de soldadura que utilizan diversas fuentes de energía para juntar metales. En la actualidad, gran parte de los productos de las empresas manufactureras adaptan ciertos tipos de procesos de soldadura en la cadena de producción debido que los componentes que se unen presentan un costo bajo y de muy buena calidad, en contraste con otros procesos de unión.

6. Objetivo General y Objetivos específicos:

6.1 Objetivo general:

Modelar y simular el funcionamiento de un brazo robótico tipo KUKA de 6 grados de libertad, por medio del software Solidworks, para el proceso de soldadura en la empresa Penagos Hermanos y Compañía S.A.S.

6.2 Objetivos específicos:

- Definir las condiciones técnicas de montaje y funcionamiento del robot "KUKA" por medio del análisis de las condiciones y características proporcionadas por el fabricante.
- Modelar y ensamblar todos los componentes del brazo robótico "KUKA" en SolidWorks Pieza y Ensamble.
- Simular el funcionamiento del brazo robótico "KUKA" por medio del análisis de cinemático en Solidworks Motion, para aplicar un proceso de soldadura en la empresa Penagos Hermanos y Compañía S.A.S.

7 Metodología:

Para la revisión bibliográfica se emplea el método de análisis para descomponer todo el marco teórico del problema en las áreas de conocimiento necesarias para realizar la ejecución. En la etapa de modelado se aplica el método de análisis para construir cada una de las piezas y después un método de síntesis para obtener el ensamblaje mecánico y los planos técnicos del sistema. En la etapa de simulación se utiliza el método de análisis de los diferentes movimientos que realiza el robot a través del estudio cinemático, obteniendo las gráficas de posición, velocidad y aceleración de las tareas de soldadura planteadas. A continuación se muestran las actividades necesarias para lograr los objetivos del proyecto:

Actividad 1. Revisión bibliográfica del contenido referente a la temática.

Actividad 2. Definir los tipos de juntas y sistemas mecánicos de acople que utiliza el brazo robótico.

Actividad 3. Modelar las piezas del brazo robótico en Solid Works pieza.

Actividad 4. Hacer ensamble del brazo robótico en Solid Works Assembly.

Actividad 5. Realizar análisis cinemático de los componentes en Solid Works Motion.

Actividad 6. Entrega de documentación y presentación del trabajo de grado.

8 Avances realizados:

Modelado de las piezas del sistema mecánico del brazo robótico.

Se tiene una carpeta con el modelado de 6 piezas en Solid Works, el ensamblaje del sistema y los planos técnicos.

Actualmente se está trabajando en el diseño de los movimientos y la obtención de las gráficas cinemáticas de posición, velocidad y aceleración, para definir la aplicación de una operación de soldadura en la empresa Penagos Hermanos y Compañía S.A.S.

Listado de piezas:

1 Base

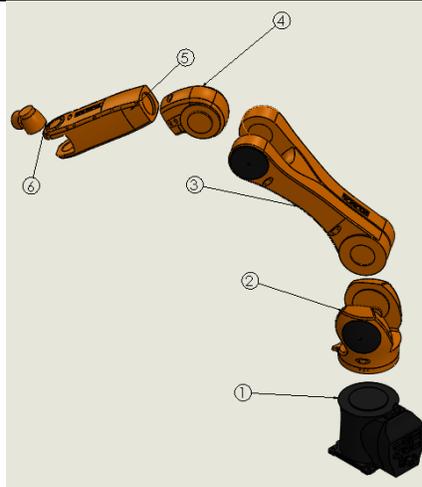
2 Columna giratoria

3 Brazo

4 Muñeca central 1

5 Brazo de oscilación

9 Muñeca central 2



9. Resultados esperados:
 Modelado de 6 piezas
 Ensamble del sistema mecánico
 Planos técnicos del sistema mecánico
 Diagramas cinemáticos de posición, velocidad y aceleración de cada uno de los componentes
 Informe final de trabajo de grado
 Imágenes y videos del proceso de simulación del movimiento
 1 Publicación de Innovación en procesos y procedimientos IPP
 1 Divulgación en encuentro regional de semilleros
 2 Tecnólogos en operación y mantenimiento electromecánico

10 Cronograma:

#	Actividad (Semanal)	MES 1 FEBRERO				MES 2 MARZO				MES 3 ABRIL				MES 4 MAYO			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Actividad 1	■	■	■													
2	Actividad 2				■	■											
3	Actividad 3					■	■	■	■								
4	Actividad 4									■	■						
5	Actividad 5											■	■				
6	Actividad 6													■	■	■	

11. Bibliografía:

Alvarado Carrillo, N y Gualtero Matiz, Y. (2019) *Diseño de un brazo robótico para utilizar en un laboratorio de automatización*. Recuperado el 7 Febrero 2021 de https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7440/1/4131684_2019-2-IM.pdf

Asimov, I. (1942). *Circulo Vicioso*. Astounding Science-Fiction. Recuperado el 14 Febrero 2021 de <https://lecturia.org/cuentos-y-relatos/isaac-asimov-circulo-vicioso/4060/>

Esneca. (5 de abril de 2019). *Qué es el brazo robótico y en qué industrias se emplea*. Recuperado 8 Febrero 2021 de <https://www.esneca.com/blog/brazo-robotico-industrias/>

Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. McGraw Hill.

Guerra Torres, C. (2016). *Análisis y síntesis de mecanismos con aplicaciones*. México, México: Grupo Editorial Patria. Recuperado el 9 Febrero 2021 de <https://bbibliograficas.ucc.edu.co:4058/es/ereader/ucc/40430?page=25>

Jorquera Ortega, A. (2017). *Fabricación Digital: introducción al modelado e impresión 3D*. Ministerio de Educación de España. Recuperado el 9 Febrero 2021 de <https://bbibliograficas.ucc.edu.co:4058/es/lc/ucc/titulos/49441>

- KUKA. (2019). *Taller de pintura*. Recuperado el 15 Febrero 2021 de <https://www.kuka.com/es-es/productos-servicios/instalaciones-de-produccion/construccion-de-instalaciones-industria-automovil/ADstica/taller-de-pintura>
- KUKA. (2020). *Robot de Paletizado*. Recuperado el 15 Febrero 2021 de <https://www.kuka.com/es-es/sectores/base-de-datos-de-soluciones/2020/04/gopeng-kalsium>
- Marisol Acosta, Claudia Forigua y Monica Navas . (2015). *Repositorio Institucional Pontificia Universidad Javeriana*. Recuperado el 14 Febrero 2021 de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/17119>
- Myszka, D. (2012). *Máquinas y mecanismos*. Pearson.
- Muñoz Zatzabal, H y García Salazar, G. (2016) *Construcción y ensamblaje de un brazo robot a escala controlado con una tarjeta arduino y desarrollo del software, para el control y manipulación por medio de joystick, labview y app por bluetooth*. Recuperado el 10 Febrero 2021 de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11434>
- Pacheco Díaz, G. (2015). *Procesos en soldadura*. Grupo Editorial Éxodo. Recuperado el 10 febrero 2021 de <https://elibro.net/es/lc/uts/titulos/128566>
- Penagos, A. [Penagos Hermanos]. (2014, Julio 8). *Quiénes Somos: Penagos Hermanos* [Archivo de video]. Recuperado el 11 Febrero 2021 de <https://www.youtube.com/watch?v=ajKNDGcVxLw>
- Pérez Bayas, M. y Gavilanes Carrión, J. (2017). *Modelamiento y simulación de un algoritmo para el control del brazo robótico*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Recuperado el 11 Febrero 2021 de <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/7239>
- Saldaña Campos, A. Duarte Rueda, J y Medina Royo, J. (2017). *Desarrollo de un brazo robótico de 4GDL*. (Tesis de pregrado) Unidades Tecnológicas de Santander, Santander, Colombia.
- Sáez López, J. M. (2019). *Programación y robótica en Educación Infantil, Primaria y Secundaria*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado el 12 Febrero 2021 de <https://elibro.net/es/lc/uts/titulos/123523>
- Uribe Ucue, D y Sanchez Chavez, E. (2019). *Diseño de Robot Soldador de Bajo Costo*. Recuperado el 12 Febrero 2021 de <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11183/T08529.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Vázquez Fernández-Pacheco, A. S. Ramos de la Flor, F. y Fernández Rodríguez, R. (2015). *Robótica educativa*. Paracuellos de Jarama, Madrid, RA-MA Editorial. Recuperado el 13 Febrero 2021 de <https://bbibliograficas.ucc.edu.co:4058/es/ereader/ucc/106572?page=15>

(1) Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

(2) PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TG: Trabajo de Grado, RE: Reda