



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

**TITULACIÓN DE INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y
COMPUTACIÓN**

**Sistema Semiautomático de Convalidaciones Académicas para la UTPL
basado en técnicas de Ingeniería de Conocimiento - Componente: Motor de
Reglas de Negocio**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTORA: Medina Bravo, Giomaira Marylus

DIRECTOR: Abad Espinoza, Marco Patricio, Ing

DIRECTOR: Sucunuta España, Manuel Eduardo, Ing

LOJA - ECUADOR

2013



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2013

CERTIFICACIÓN

Ingenieros

Marco Patricio Abad Espinoza.

Manuel Eduardo Sucunuta España.

DIRECTORES DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

C E R T I F I C A N:

Que el presente trabajo, denominado: "Sistema Semiautomático de Convalidaciones Académicas para la UTPL basado en técnicas de Ingeniería de Conocimiento - Componente: Motor de Reglas de Negocio" realizado por el profesional en formación: Medina Bravo Giomaira Marylus; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, noviembre de 2013

f)

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Medina Bravo Giomaira Marylus declaro ser autor (a) del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....

Autora: Medina Bravo Giomaira Marylus

Cédula: 1104682099

DEDICATORIA

La presente tesis dedico con mucho cariño a mis padres Luz María y Luis quienes han sido mi pilar fundamental para alcanzar mis metas propuestas, y me han brindado su apoyo incondicional para culminar exitosamente mis estudios

A mi hermana Belissa por su confianza y cariño, por darme siempre palabras de aliento en los momentos difíciles de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi sincero agradecimiento a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por haberme dado paciencia, fortaleza, salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Luz María Bravo y Luis Medina, por sus sabios consejos, por enseñarme sus valores que me han permitido ser una gran persona, porque entendieron mis ausencias, y a pesar de la distancia siempre estuvieron pendientes de cómo iba el desarrollo de mi proyecto; de igual manera a mi hermana Belissa por su comprensión en los buenos o malos momentos.

A la Universidad Técnica Particular de Loja que me ha permitido formarme como profesional; y además poder hacer uso de su tecnología en el desarrollo del presente proyecto.

A la Escuela de Sistemas Informáticos y Computación que me ha brindado su respaldo para la culminación del presente proyecto.

A mi director de tesis Ing. Patricio Abad por su acertada dirección y sugerencias para el desarrollo del proyecto, para así llegar a la conclusión del mismo.

Sin el apoyo de todos ellos, nada de esto hubiera sido posible.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRACT.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
ACTIVIDADES.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
CAPITULO 1: REGLAS DE NEGOCIO.....	7
1.1 Negocios y reglas de negocios.....	8
1.2 Definición.....	9
1.2.1 Términos.....	9
1.2.2 Hechos.....	9
1.3 Propósito y función.....	10
1.4 Características de las reglas de negocio.....	10
1.5 Enfoque de las reglas de negocio.....	11
1.6 Ventajas de las reglas de negocio.....	12
1.7 Involucrados en la definición de reglas.....	12
1.8 Estructura de las reglas de negocio.....	13
1.9 Clasificación de las reglas.....	14
1.9.1 Restricción.....	14
1.9.2 Proyección o inferencia.....	14
1.9.3 Producción.....	14
1.10 Automatización de reglas de negocio.....	15
1.10.1 Administración de reglas de negocio (BRM).....	15
1.11 Motor de reglas de negocio.....	15
1.11.1 Procesamiento.....	16

1.11.2	Formas de procesamiento de un motor de reglas	17
1.11.3	Arquitectura de un motor de reglas de negocio	18
1.11.4	Mantenimiento de un motor de reglas	20
1.11.5	Ventajas de un motor de reglas	21
1.12	Herramientas	21
1.12.1	Herramientas comerciales.....	21
1.12.2	Herramientas open source	25
1.13	Metodología.....	27
1.13.1	Modelado de las reglas de negocio con el modelado de la empresa	27
1.14	Trabajos relacionados.....	28
1.15	Selección de herramienta	33
CAPITULO 2: INFRAESTRUCTURA DE TRABAJO.....		34
2.1	Introducción.....	35
2.2	Descripción ILOG Rules for .NET	36
2.2.1	Ambiente de desarrollo.....	36
2.2.2	Ambiente de administración de reglas.....	36
2.2.3	Administración y monitoreo.....	37
2.3	Elementos para la creación de reglas	38
2.3.1	Modelo de objetos de negocio (BOM)	38
2.3.2	Elementos de vocabulario	40
2.3.3	Parámetros del conjunto de reglas	42
2.3.4	Flujo de reglas.....	43
2.4	Lenguaje de reglas	43
2.4.1	Estructura de la regla.....	44
2.4.2	Definiciones	44
2.4.3	Condiciones	44
2.4.4	Acciones.....	45
2.5	Reglas en Rule Studio for .NET.....	46
2.6	Despliegue de reglas	47
2.7	Motor de reglas ILOG.....	47
CAPITULO 3: SOLUCIÓN PARA EL PROCESO UTPL		48
3.1	Normativa externa.....	49

3.2	Normativa interna.....	49
3.3	Entrevistas Fiscales	50
3.3.1	Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones.....	50
3.3.2	Carrera de Sistemas Informáticos y Computación.	51
3.4	Modelo empresarial.....	54
CAPITULO 4: IMPLEMENTACIÓN DE REGLAS DE NEGOCIO		64
4.1	Arquitectura lógica.....	65
4.2	Arquitectura de implantación.....	72
4.3	Instalación de ILOG Rules for .NET	73
4.4	Definición de elementos en las reglas de negocio.	74
4.4.1	Librería de clases	74
4.4.2	BOM (Business Object Model).....	75
4.4.3	Proyecto de reglas	76
4.4.4	Reglas de negocio	76
4.4.5	Flujo de reglas.....	78
4.4.6	Reportes	79
4.5	Escenario de prueba	80
CONCLUSIONES		86
RECOMENDACIONES.....		87
REFERENCIAS.....		88
ANEXO 1: ENTREVISTAS.....		91
ANEXO 2: MANUAL DE USUARIO		96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Comparación herramientas comerciales	24
Tabla 2.	Comparación herramientas open source	26
Tabla 3.	Parámetros de trámite	65
Tabla 4.	Parámetros de materia externa	66
Tabla 5.	Parámetros de materia UTPL.....	66
Tabla 6.	Definición de parámetros y vocabulario	75

Tabla 7. Datos de materias para reconocimiento de estudios.....	81
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del Sistema Semiautomático de Convalidaciones Académicas para la UTPL.	4
Figura 2. Ejemplo de la arquitectura de un motor de reglas de negocio.....	18
Figura 3. Flujo de trabajo antiguo de LNFG.....	29
Figura 4. Flujo de trabajo actual de LNFG.	30
Figura 5. Generación automática de un sistema basado en reglas para la detección de lesiones de rodilla.	32
Figura 6. Módulos de WebSphere ILOG Rules for .NET	38
Figura 7. Ejemplo del modelo de objetos y vocabulario.....	39
Figura 8. Ejemplo de creación de regla con el modelo de objetos de negocio (BOM) ...	39
Figura 9. Ejemplo flujo de reglas.....	43
Figura 10. Proceso para el trámite de revalidaciones UTPL.....	55
Figura 11. Arquitectura lógica para el proceso de revalidaciones académicas.....	72
Figura 12. Arquitectura de implantación para el proceso de revalidaciones académicas	73
Figura 13. Flujo de reglas para realizar las revalidaciones académicas	79
Figura 14. Formato del reporte de revalidaciones.....	80
Figura 15. Reporte materias revalidadas.....	83
Figura 16. Reporte 1 de materias no revalidadas.	84
Figura 17. Reporte 2 de materias no revalidadas.	85

RESUMEN EJECUTIVO

Existen algunas normativas para efectuar el proceso de revalidaciones académicas en la Universidad Técnica Particular de Loja, el mismo que actualmente presenta algunos inconvenientes como el retraso en el tiempo de respuesta, la variación de criterios respecto a los parámetros de evaluación que consideran cada uno de los fiscales. Para lograr automatizar este proceso la Sección Departamental de Ingeniería de Software y Gestión de TI, propuso el desarrollo del Sistema Semiautomático de Convalidaciones Académicas para la UTPL, que consta de 4 componentes, uno de estos se denomina Convalidador Automático, cuya finalidad es procesar los trámites académicos basado en un Sistema de Administración de Reglas de Negocio (BRMS - Business Rule Management System) y el presente trabajo se basa en la implementación del BRMS iLog Rules for .Net ® que permite representar las normativas en reglas de negocio con su respectiva estructura, identificando si el trámite a realizarse cumple con ciertas condiciones se procede a la validación de las asignaturas, considerando ciertos parámetros; y en el caso de asignaturas que no han sido aprobadas serán revisadas por una persona encargada de las revalidaciones.

PALABRAS CLAVES: normativas, proceso, revalidaciones, iLog, reglas de negocio.

ABSTRACT

There are some rules to make the process of revalidation academic at the Technical University of Loja, it currently has some disadvantages such as delayed response time, the variation of criteria for the evaluation parameters considered each of the tax. In order to automate this process Departmental Section Software Engineering and IT Management, proposed developing Semiautomatic System for Academic Validation UTPL, which consists of 4 components, one of these is called Automatic validator, whose purpose is to process the paperwork academic System based on business Rules Management (BRMS - Business rule Management System) and the present work is based on the implementation of BRMS iLog rules for. Net ® that allows to represent the rules on business rules with their respective structure identifying whether the procedure to be performed meets certain conditions are applicable to the validation of the subjects , given certain parameters , and in the case of subjects that have not been approved will be reviewed by a person responsible for the revalidation .

KEYWORDS: regulations, process revalidation, iLog, business rules.

OBJETIVO GENERAL

- Establecer reglas de negocio para mejorar el proceso de revalidaciones académicas en la UTPL, mediante el Sistema de Administración de Reglas de Negocio (BRMS - Business Rule Management System) iLog Rules for .Net

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Disminuir la variación de criterios y resultados de evaluación en las revalidaciones académicas.
- Disminuir la carga operativa del personal (fiscales) encargado de las revalidaciones académicas.
- Optimizar la atención a los estudiantes que soliciten el reconocimiento de estudios.
- Minimizar los cambios en código de las aplicaciones debido a las actualizaciones en las reglas de negocio.

ACTIVIDADES

- Conceptualizar las reglas de negocio y su aplicabilidad en el proyecto.
- Recopilar información respecto a las normativas que se utilizan para realizar las revalidaciones académicas.
- Considerar los elementos fundamentales para la creación de reglas de negocio en la herramienta iLog Rules for .Net.
- Detallar las reglas de negocio con los respectivos parámetros a evaluarse y las acciones a realizarse en el caso de cumplirse las condiciones establecidas.

INTRODUCCIÓN

El proceso de revalidaciones académicas presenta algunas dificultades como la carga operativa a los profesores fiscales debido a la gran cantidad de trámites que se presentan para realizar las respectivas revalidaciones y además no está estandarizada la manera de representar los planes académicos; es por ello que se retrasa el tiempo de entrega de resultados y estos varían cuando se trata de programas académicos similares debido a que cada uno de los fiscales tienen diversos criterios de evaluación. Es por esta situación que la Sección Departamental de Ingeniería de Software y Gestión de TI, del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica, propuso la implementación del Sistema Semiautomático de Convalidaciones Académicas para la UTPL basado en técnicas de Ingeniería de Conocimiento, como un proyecto puzzle conformado por 4 componentes, de los cuales el presente trabajo se enfoca en el componente denominado Convalidador Automático, cuyo propósito es del de procesar los trámites basado en un Sistema de Administración de Reglas de Negocio (BRMS -Business Rule Management System), como se muestra en la figura 1, el cual se implementó en la herramienta iLog Rules for .Net de IBM.

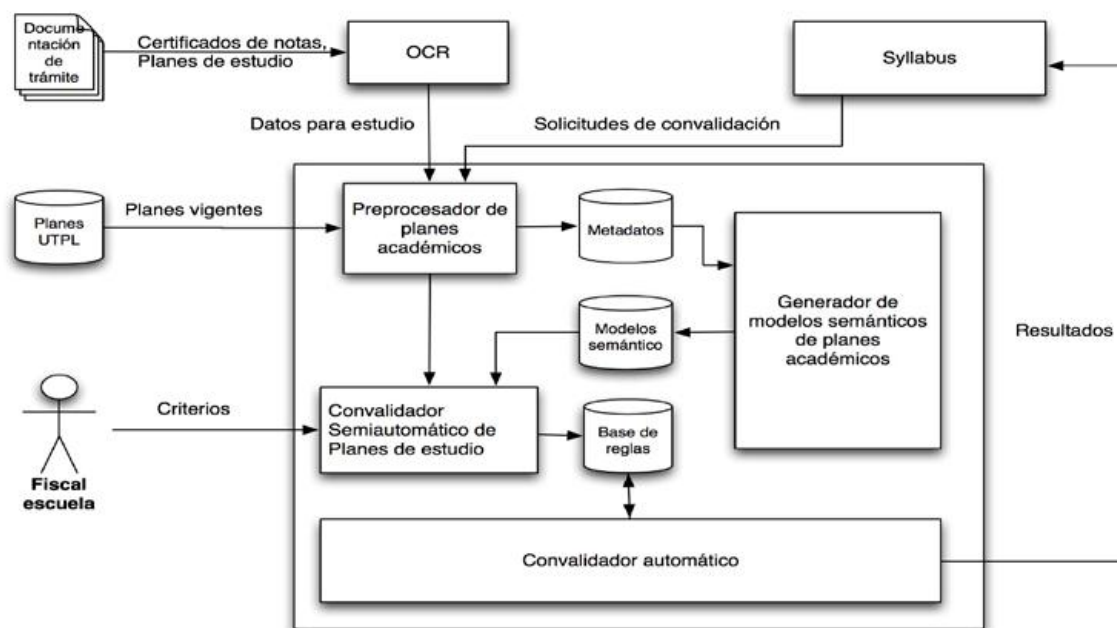


Figura 1. Componentes del Sistema Semiautomático de Convalidaciones Académicas para la UTPL.

Fuente: Sección Departamental de Ingeniería de Software y Gestión de TI

El componente 1, denominado preprocesador de planes académicos extrae la información de documentos expresados en lenguaje natural (planes de estudio, documentos presentados por el estudiante), el resultado de este componente es tener información de los planes, contenidos, asignaturas, universidad, periodo de estudios. El generador de modelos semánticos de planes académicos crea representaciones semánticas (ontologías, RDF, mapas de conocimiento, etc.), que representan el contenido de los planes académicos externos e internos en base a una taxonomía definida por los expertos (fiscales). El convalidador semiautomático basado en niveles de aproximación semántica realiza el análisis de equiparabilidad entre planes académicos vigentes de la UTPL y los planes externos. Todas las convalidaciones aceptadas se guardan en una base de conocimiento que permitiría procesar automáticamente los trámites que incluyan planes anteriormente aceptados. El convalidador automático de planes académicos realiza el trámite automático de convalidaciones conforme la base de conocimiento generada por el convalidador semiautomático. Este incluye el subcomponente motor de reglas de negocio iLog Rules for .Net que se implementa en el presente trabajo.

El capítulo 1 se enfoca en el estudio de las organizaciones y el impacto de aplicar reglas de negocio en sus procesos, se analiza la estructura y los diferentes tipos de reglas, las ventajas de los motores de reglas de negocio, además se realiza una comparación de algunas características de las herramientas de administración de reglas comerciales y open source, concluyendo con la presentación de algunos proyectos que han implementado motores de reglas de negocio en diferentes partes del mundo lo cual sirvió para identificar posibles componentes para la implementación.

En el capítulo 2 se realiza una descripción de los módulos que integra el BRMS iLog Rules for .Net®, este fue adquirido por la Universidad Técnica Particular de Loja y se utiliza el mismo en el desarrollo del presente trabajo; cada uno de los módulos cumple con una función específica permitiendo que pueda operar correctamente el BRMS; así como también se explica el lenguaje de reglas que se debe utilizar considerando los elementos necesarios para que estas se puedan definir y ejecutar adecuadamente.

El capítulo 3 analiza la normativa externa a la universidad y el reglamento interno, respecto a revalidaciones académicas, en base a entrevistas se obtienen los parámetros que consideran necesarios los fiscales para realizar el proceso de revalidaciones tomando como referencia las carreras de Electrónica y Telecomunicaciones, y Sistemas Informáticos y Computación, con

esta información se realiza un modelado de las reglas de negocio incluyendo los parámetros que serán evaluados y las acciones que se realizarán.

En el capítulo 4 se explica la propuesta que se realizó para efectuar el proceso de revalidaciones académicas implementando el Sistema de Administración de reglas iLog Rules for .Net ®, utilizando los parámetros adecuados y cada uno de los elementos que son necesarios para poder definir las reglas de negocio permitiendo que estas se ejecuten correctamente logrando resultados precisos que se visualizarán mediante un reporte detallado indicando las materias que se han revalidado y las que se han rechazado.

CAPITULO 1: REGLAS DE NEGOCIO

1.1 Negocios y reglas de negocios

En las diversas organizaciones se definen las funciones que van a desempeñar, los procesos que se deben realizar para efectuar las actividades a desarrollarse dentro de las mismas; y se establecen ciertas normativas que se deben implementar en el entorno de la organización para administrar los diversos procesos que le permiten laborar adecuadamente. Existen dos perspectivas para definir las normativas, desde la perspectiva del negocio se refieren al comportamiento del personal, los procedimientos a realizarse en ciertas actividades; y desde la perspectiva de los sistemas de información se refiere a las acciones que se deben aplicar para cumplir con los diversos procesos, y las restricciones sobre los datos que pueden o no pueden ser registrados en los sistemas. Estas normativas se encuentran en constante cambio y es necesario ir actualizándolas, en muchos casos solo una parte de estas normativas se encuentran documentadas, y otras no han sido enunciadas sin embargo se siguen aplicando en la organización. De las normativas se derivan las reglas de negocio formales y se identifican algunos tipos de reglas que no han sido documentadas anteriormente, de esta manera poder realizar un control adecuado de cada uno de los procesos que se realizan en las organizaciones. Es necesario identificar una herramienta de administración de reglas de negocio para la aplicación de estas en los sistemas, mejorando la agilidad en los procesos.

Todos los cambios que se realicen en las normativas de la organización tendrán que ser actualizados en las reglas de negocio para que no exista variación en los resultados al ejecutar las mismas, y puedan funcionar adecuadamente satisfaciendo las expectativas de los clientes.

Mediante un Sistema de Administración de Reglas de Negocio se puede realizar de una manera eficiente la definición o edición de las reglas de negocio, estas a su vez deben ser flexibles, es decir adaptarse a cambios que se presenten en cualquier momento en las organizaciones; y se aplican las que sean necesarias de acuerdo a la acción que se realice, optimizando los procedimientos.

Al establecer reglas de negocio se puede controlar los servicios que se brinda; además son una parte fundamental dentro de la organización, por lo cual deben estar claramente definidas y no deben existir ambigüedades que podrían llevar a confusiones o decisiones incorrectas; así todo el personal que gestione las reglas de negocio entenderá las mismas y podrá aplicarlas correctamente.

1.2 Definición

El Business Rule Group define a las reglas de negocio como “Una declaración que define o restringe un aspecto del negocio con el objeto de establecer una estructura o un grado de influencia que condiciona el comportamiento de los actores del negocio” (Zachman et al.).

Las reglas son programadas en los sistemas de computadora para controlar el comportamiento de los procesos. Es necesario tomar en cuenta que las reglas no son un proceso, ya que este es un conjunto de pasos que se realizan para completar una actividad; y las reglas se enfocan en controlar los procesos (William, 2006). Además las reglas no son estáticas, en algunas ocasiones necesitan ser modificadas para estar acorde con las necesidades del negocio en base a la demanda de mercado y las expectativas del cliente, logrando una mayor ventaja competitiva junto a otras empresas. La agilidad de responder a estos cambios permite realizar las prácticas de negocio adecuadamente, de lo contrario las organizaciones irán perdiendo a largo plazo sus incrementos financieros.

Las reglas se basan en términos y hechos:

1.2.1 Términos

Son utilizados por las personas involucradas en el negocio para comunicar ideas acerca de las operaciones que se llevan a cabo diariamente. Los hechos se construyen en base a estos términos y las reglas se construyen sobre los hechos.

“Los términos son palabras en lenguaje natural que describen conceptos asociados con el ámbito del negocio” (William, 2006, p. 51). Por ejemplo: cliente, género, empleado, reporte de ventas, descuento, etc. Estos términos deben ser únicos, no deben repetirse términos similares ya que puede generar confusiones para el personal de la organización.

1.2.2 Hechos

Los hechos son la información que se obtiene al relacionar varios términos, y permiten representar lo que es posible conocer acerca de los procesos de negocio.

Estos hechos deben ser formulados adecuadamente, para de esta manera reducir posibles confusiones o errores al momento de ser aplicados en los sistemas, a través de los motores de reglas, los cuales obtienen conclusiones respectivas basadas en los hechos disponibles. Al

mantener un enfoque único de un modelo de hechos y términos, permite la ejecución consistente de las reglas.

Por ejemplo: Un chofer debe poseer licencia.

1.3 Propósito y función

Las reglas de negocio permiten a las organizaciones representar el conocimiento, el cual es utilizado como una guía para realizar la validación de las transacciones que se efectúen; de esta forma se logra una mayor consistencia de la información, ya que se definen los parámetros para llevar a cabo determinadas actividades.

Las reglas tienen la función de aprobar o restringir los diversos procesos que se realizan en la organización al ser integradas con los sistemas. Por lo cual al ser definidas correctamente permitirá que su implementación sea exitosa, obteniendo una mayor agilidad en los procesos y generando resultados precisos acorde a las acciones efectuadas.

1.4 Características de las reglas de negocio

Deben poseer las siguientes (Naeem, Fayyaz & Abbas, 2008):

- Declarativa
- Precisa
- Atómica
- Consistente
- Orientada al negocio

Declarativa: Las reglas de negocio deben ser descritas en un lenguaje común relacionado al negocio, de tal forma que sean entendibles para las personas involucradas dentro de la empresa.

Precisa: Deben ser claras y precisas, enfocadas a un dominio específico; si existen términos en las reglas que resultan confusos para las personas, podría causar problemas al momento de su implementación.

Atómica: Al describir las reglas se debe lograr el nivel más pequeño; al analizar las reglas se debe validar que no puedan dividirse en partes más pequeñas, ya que no se recomienda agregar múltiples reglas en una sola, esto dificulta mantener las dependencias entre ellas.

Consistente: En las reglas de negocio, es necesario que exista una coherencia entre los términos que se relacionan, a su vez es importante la adecuada definición para que al momento de ser utilizadas se logre su objetivo.

Orientada al negocio: Las reglas de negocio deben estar enfocadas al dominio del negocio, estas deben ser escritas utilizando palabras que sean asociadas al mismo.

1.5 Enfoque de las reglas de negocio

Es importante dentro de las empresas centrarse en el conocimiento de los procesos y reglas que son una guía para dar respuesta a los acontecimientos que se presenten. Para automatizar las reglas de negocio es necesario centrarse en el ámbito del mismo, entender y documentar las reglas, de tal forma que sean trazables es decir que se pueda realizar un análisis, y que exista facilidad para posibles cambios. Esto entrega a la organización la capacidad de tomar decisiones y evaluar el desempeño de los sistemas que procesan las reglas.

Es un gran beneficio que las reglas de negocio se encuentren organizadas y documentadas, a su vez mantener actualizada esta documentación, así se podrá conocer si en realidad se están aplicando en los sistemas actuales, o si existen reglas obsoletas. Además las reglas deben estar expresadas de tal forma que sean entendibles para todo el personal de la organización encargado de definir las mismas; por lo tanto será fácil también su uso por las personas encargadas de los sistemas.

La metodología denominada *Descubrimiento de reglas* que se puede utilizar en las grandes empresas, se basa en la identificación, documentación e implementación de las reglas de negocio. Está estructurada en base a cuatro principios (Andreescu, 2008):

- **Separar:** Las reglas se separan del sistema y de cualquier otro requerimiento, con la finalidad de que puedan ser reutilizadas.
- **Trazar:** Para cada regla se debe tener dos formas de conexión; la primera conexión describe el origen de la regla, que se identifica en base a la misión, objetivos, estrategias, políticas de la empresa; la segunda conexión se refiere a la

implementación de las reglas y la evaluación de su impacto en los cambios realizados.

- **Externalizar:** Las reglas de negocio deben especificarse de tal forma que puedan ser accesibles para el público externo al manejo del negocio de la empresa como los stakeholders, y asegurar que cuentan con el acceso a las mismas.
- **Posición para el cambio:** Es posible que en algún momento existan cambios dentro del dominio del negocio, por lo cual las reglas tendrán que ajustarse a esos cambios; se considera la facilidad y rapidez para modificarlas.

1.6 Ventajas de las reglas de negocio

Es recomendable que las aplicaciones utilicen las reglas de negocio para cumplir con las funciones requeridas por la empresa, obteniendo algunas ventajas (Naeem et al., 2008):

- **Simplicidad:** Las reglas son escritas en una manera sencilla, por lo que resulta fácil de comprender, al personal involucrado en el negocio no les interesa cuales fueron los procedimientos o modelos que se utilizaron para su definición, sino que simplemente se enfocan en las reglas porque de ellas depende el desarrollo exitoso del negocio.
- **Conceptos no técnicos:** Se puede especificar las reglas de negocio a través de un modelo para analizar su comportamiento al momento de su aplicación.
- **Independencia:** Son expresadas de forma independiente a través de una sintaxis, y no dependen de las aplicaciones que se utilicen.
- **Facilidad de desarrollo de aplicaciones:** Se verifican las reglas antes de ser implementadas en las aplicaciones, por lo que se facilita para el desarrollador poder integrar estas reglas que ya han sido comprobadas.
- **Reusabilidad de las reglas:** Se pueden reutilizar las reglas ya que no son dependientes de las aplicaciones, y se pueden implementar en otros sistemas.

1.7 Involucrados en la definición de reglas

Existen algunos actores involucrados en la definición de reglas de negocio (Boyer & Mili, 2011):

- Analistas de negocio: Tienen un gran conocimiento sobre los temas de negocio de la organización, para poder realizar una descripción detallada de los requerimientos de la misma, y también pueden representar esos requerimientos en reglas de negocio.
- Operadores del sistema: Se encargan de evaluar el funcionamiento de las aplicaciones, que las operaciones se efectúen de manera eficiente.
- Consultores: Son contratados para realizar tareas específicas, deben tener un conocimiento relacionado con el dominio en el cual se enfoca la organización y comprender los procesos que se llevan a cabo, para efectuar la definición de reglas de negocio.
- Trabajadores de conocimiento del negocio: Utilizan la información de los resultados de la ejecución de operaciones y toman decisiones para la administración de la organización.
- Alta dirección de negocios: Determinan la necesidad de un motor de reglas de negocio en el ámbito de la organización, y en el caso de su implementación también deben tener conocimiento de los responsables de definir las reglas.

1.8 Estructura de las reglas de negocio

Las reglas se representan de la siguiente forma (Atsa, Fouda & Atouba, 2010):

```

If nota >= 14
Then materia aprobada
Else materia reprobada

```

- If o condición: se trata de la condición sobre la que se aplica la regla, que será evaluada como verdadera o falsa.
- Then o conclusión: es la acción que se efectúa en el caso de que la condición sea verdadera.
- Else (opcional): esta acción se efectúa si la condición es evaluada como falsa.

Las reglas tienen algunas interpretaciones como: si una condición se cumple entonces una acción es ejecutada, si una sentencia es verdadera entonces otra se puede inferir. Las

declaraciones de reglas se forman mediante operadores de conectividad como la disyunción, conjunción o negación.

1.9 Clasificación de las reglas

Se puede distinguir 3 grupos (Lovrencie, Rabuzin & Picek):

- Restricción
- Proyección o inferencia
- Producción

1.9.1 Restricción

Las reglas de restricción son sentencias que permiten mantener la integridad de los procesos en los sistemas, las restricciones evitan que estos procesos continúen su ejecución si las condiciones descritas son evaluadas como verdaderas.

Los motores de reglas de negocio evalúan estas restricciones y no permiten que se realicen cambios en los procesos, en el caso de que se incumplan las mismas, logrando la consistencia de los datos.

Por ejemplo: No se realizan descuentos si la compra es menor a 100.

1.9.2 Proyección o inferencia

Las reglas de proyección permiten realizar deducciones sobre determinadas situaciones, produciendo otros acontecimientos dentro de los procesos de negocio al cumplirse ciertas condiciones; de esta forma se genera nuevo conocimiento en base a los hechos definidos.

Por ejemplo: Si un empleado trabaja 10 horas extras semanales, el aumento de sueldo será del 15%.

1.9.3 Producción

Las reglas de producción se utilizan para calcular valores de manera automática, generando resultados precisos e inmediatos. Existen dos subcategorías:

- Reglas de cálculo: calculan valores a través de operadores matemáticos. Por ejemplo: el valor de una factura es la suma de los ítems de productos.

- Reglas de derivación: los resultados de una condición son valores como verdadero o falso. Por ejemplo: Un cliente es considerado en la categoría “Premium” cuando realiza compras mayores a 500 dólares.

1.10 Automatización de reglas de negocio

1.10.1 Administración de reglas de negocio (BRM)

Las reglas de negocio pueden ser administradas interna o externamente. Las reglas internas son definidas en conjunto con los miembros de la organización, en base a la estrategia y objetivos que se encuentran planteados por la misma. Las reglas externas en cambio se refieren a las leyes y estándares que rigen en el comportamiento de la organización y se aplican de acuerdo al dominio en el cual se desenvuelve la misma (Bajec & Krisper, 2004).

Los cambios que se dan en los negocios de una organización se presentan de acuerdo a las decisiones tomadas por parte de la alta dirección o también por factores externos como las leyes. Esto requiere adaptar los procesos de negocio, y se necesita realizar modificaciones en los sistemas; por lo tanto cambian las reglas de negocio y su implementación, conforme a los nuevos objetivos o leyes establecidas. Las reglas de negocio pueden ser asignadas a ciertas personas que tienen la responsabilidad de que se efectúe de manera eficiente los procesos de negocio, y estas son implementadas y ejecutadas automáticamente en los sistemas.

Es de gran importancia llevar un registro de la información de las reglas de negocio y los procesos con los cuales están enlazadas, así será fácil mantener la estabilidad de los sistemas al poder determinar cuáles serán las implicaciones que surgen debido a los cambios que se dan en los negocios (Bajec & Krisper). La actividad considerada como la más importante para la administración de reglas de negocio, es identificar y mantener una documentación de todos los elementos que influyen en la existencia de las reglas de negocio; estos pueden ser: los propósitos, el problema, leyes, procesos.

1.11 Motor de reglas de negocio

Un motor de reglas de negocio es una aplicación que ejecuta un conjunto de reglas que se encuentran en la forma if/then/else y evalúa cuales son las acciones que deben aplicarse en una situación determinada, proporcionando resultados precisos.

Estos motores de reglas infieren las respuestas que se derivan a partir de hechos sobre ciertas situaciones, estos hechos deben representar adecuadamente cada regla. Una estrategia adecuada en mantener las definiciones de reglas tan simples como sea posible facilitando su entendimiento e implementación. Debido a que las reglas deben ser atómicas, el motor de reglas realiza las inferencias exactas sobre las situaciones que se presenten; permitiendo una mayor agilidad y flexibilidad en los procesos (Chisholm, 2007).

Para la construcción de un motor de reglas es necesario enfocarse en los requerimientos de negocio, y de acuerdo a ello realizar la definición de las reglas que permitan llevar a cabo las acciones correctas en las circunstancias que se presenten. Las reglas deben ser especificadas adecuadamente para que el motor de reglas ejecute las operaciones exactas y no existan errores en los resultados esperados, proporcionando una fácil interpretación de los mismos.

Un motor de reglas debe poseer las siguientes características:

- Adaptación: las reglas se pueden modificar fácilmente aun cuando la aplicación se está ejecutando.
- Trazabilidad: los motores de reglas soporten un lenguaje natural para la creación de reglas, que a su vez sea entendible para la organización.
- Auditabilidad: los sistemas de administración de reglas de negocio (BRMS) permiten revisar de forma continua el conjunto de reglas que han sido creadas o modificadas, así como también realizar reportes.
- Gestionable: proporcione funcionalidades para una fácil administración de las reglas y los accesos autorizados.

1.11.1 Procesamiento

El comportamiento del motor de reglas se basa en un número de estados de transición, generalmente estos son: ingreso, entrada, transición y salida (William, 2006). La acción de ingreso es cuando el motor entra en un estado específico que puede ser cuando se crea un nuevo hecho o uno existente es actualizado. Las reglas primeramente deben ser inicializadas antes de que puedan ejecutarse.

Las acciones de entrada se realizan cuando un estado actual es dependiente de una condición. Los cálculos de algunas reglas que tienen cierta dependencia de otras utilizan las acciones de

entrada para poder completar su transición, ya que los motores de reglas tienen la capacidad de conocer si la ejecución de una regla requiere que previamente se ejecute otra regla.

La acción de salida es un estado de finalización del proceso de ejecución de reglas. Las respuestas son retornadas una vez que el motor de reglas ha completado los estados de acción, produciendo los resultados esperados. Una aplicación interactúa con el motor de reglas, este completa las acciones que necesitan ser realizadas.

1.11.2 Formas de procesamiento de un motor de reglas

Existen las siguientes formas de procesar las reglas (William, 2006):

- Encadenamiento hacia adelante
- Encadenamiento hacia atrás

1.11.2.1 Encadenamiento hacia adelante

Los motores de reglas que utilizan el encadenamiento hacia adelante procesan las reglas deduciendo desde los hechos que se encuentran definidos hasta llegar a una conclusión. La ventaja del encadenamiento hacia adelante es la velocidad para procesar las reglas, estos motores de reglas emplean algoritmos para acelerar su procesamiento; las empresas requieren que el procesamiento de la información se realice de la manera más rápida posible y con resultados precisos, esto a su vez otorga una mayor satisfacción por parte de los usuarios ya que no es de su agrado esperar demasiado tiempo para obtener los resultados por parte de las aplicaciones.

Una desventaja de este procesamiento es el consumo alto de memoria, aunque en la actualidad se cuenta con servidores que poseen gigabytes de memoria suficiente y esto ya no sería un problema grave.

1.11.2.2 Encadenamiento hacia atrás

Los motores de reglas con encadenamiento hacia atrás inician con una conclusión y realizan una búsqueda hacia atrás a través de los hechos disponibles, realizan esto con el propósito de determinar si los hechos satisfacen la conclusión esperada. Debido a que utilizan menos memoria se consideran adecuados para sistemas que tienen limitaciones de hardware; estos motores de regla son más lentos que los de encadenamiento hacia adelante.

Estos poseen una ventaja cuando se trata de resolver problemas que están basados en búsquedas, entonces el motor de reglas efectúa una búsqueda de los posibles hechos asociados al problema y retorna una conclusión. Por otra parte estos motores no son diseñados para procesar transacciones, eso está fuera de su alcance.

1.11.3 Arquitectura de un motor de reglas de negocio

La arquitectura de los motores de reglas varía, dependiendo del fabricante. Como un ejemplo un motor de reglas puede tener los siguientes componentes:

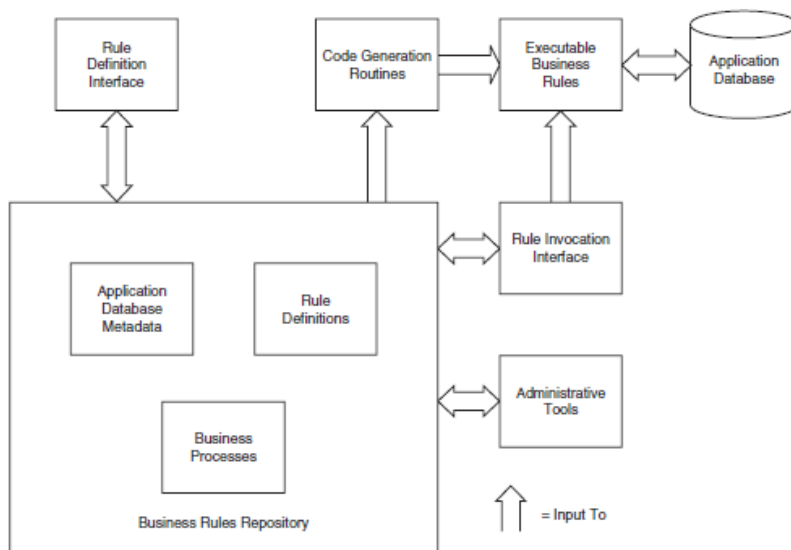


Figura 2. Ejemplo de la arquitectura de un motor de reglas de negocio.

Fuente: Chisholm, M. (2008)

1.11.3.1 Repositorio de reglas de negocio (Business Rules Repository)

Contiene información sobre la base de datos de la aplicación, definición de reglas de negocio y definición del proceso de negocio que la aplicación ejecuta.

Un repositorio almacena metadatos, es decir los datos que no son administrados por el usuario de la aplicación, estos describen como funciona la misma. Los datos se refieren a la información que el usuario requiere para poder operar el sistema; y el resto de información que el sistema almacena y manipula son metadatos.

Los datos son almacenados en la base de datos de la aplicación (Application Database) y los metadatos en una base de datos que comúnmente es llamada repositorio. El repositorio contiene los siguientes subcomponentes:

- Metadatos de base de datos de la aplicación (Application Database Metadata): Es la parte fundamental del repositorio de reglas de negocio, describen la estructura de la base de datos de la aplicación; esta debe ser entendida e interpretada por el motor de reglas de negocio para pueda acceder a los datos y actualizar los mismos cuando se requiera.
- Procesos de negocio (Business Processes): Consiste en el procesamiento de tareas, iniciando con evento y finalizando en la producción de una salida que corresponde al mismo; cada proceso se necesita descomponer en una secuencia de pasos, en cada uno se realizan diversas acciones que a su vez involucran a un conjunto de actores. Se utiliza para definir un conjunto de reglas y el repositorio necesita capturar los procesos de negocio que son ejecutados por la aplicación. El motor de reglas debe ser capaz de determinar la secuencia en la cual se deben aplicar las reglas en cada paso.
- Definición de reglas (Rule Definitions): Es la forma de representar las reglas en algún lenguaje de programación; lo que se requiere es que el motor de reglas capture la definición de cada una de ellas. Esta definición de reglas deben ser almacenadas en las tablas del repositorio que a su vez están relacionadas a la base de datos de la aplicación.

1.11.3.2 Interfaz de definición de reglas (Rule Definition Interface) y reglas de negocio ejecutables (Executable Business Rules)

Se puede definir las reglas de negocio a través de una interfaz gráfica, esta puede tener diversas opciones habilitadas para diferentes tipos de usuarios, como el administrador de la aplicación puede la opción de editar, crear o eliminar las reglas de negocio; y otros usuarios que a su vez tengan conocimiento de la sintaxis que se utiliza en las reglas, solamente podrían tener la opción de crear las mismas, estas opciones son designadas por el administrador.

Debido a que existen reglas que son similares es una excelente opción crear categorías para poder agruparlas y así resulte fácil su identificación. Las reglas se ejecutan de acuerdo a las acciones que se presentan en las operaciones realizadas dentro del sistema, y se aplican las

que son necesarias para esa operación. En el caso de que existan reglas que se deben ejecutar al mismo tiempo, estas son asociadas para su aplicación.

1.11.3.3 Rutinas de generación de código (Code Generation Routines)

Son programas que utilizan las definiciones de reglas para crear código que incluye la lógica de las reglas, y permite realizar la ejecución de las mismas al ser invocadas, existe una rutina de código para cada tipo de regla, el motor interpreta y ejecuta las mismas de acuerdo a la evaluación de ciertas condiciones. En el caso de que existan cambios en las reglas, el motor restablece el código del programa para todos los procesos en los cuales estas reglas están involucradas.

1.11.3.4 Interfaz de invocación de reglas (Rule Invocation Interface)

Mediante esta se invoca el código de cada una de las reglas creadas, de acuerdo a las operaciones que se requiere realizar; las rutinas que se ejecutan proporcionan resultados que deben ser coherentes con respecto a las operaciones que se realizan.

Es necesario entender adecuadamente el modelo del proceso del sistema, para poder identificar las rutinas correspondientes a cada uno de los procesos, y los parámetros que se utilizan para esta invocación deben definirse adecuadamente, para que no exista un colapso en las operaciones realizadas.

1.11.3.5 Herramientas administrativas (Administrative Tools)

En general permiten llevar un control de las reglas de negocio creadas, se puede generar reportes de las reglas que son usadas frecuentemente, las que han sido actualizadas, reglas que se han definido en una categoría de regla específica, los datos que se han actualizado al aplicar una regla de negocio.

1.11.4 Mantenimiento de un motor de reglas

El mantenimiento de un motor de reglas de negocio debe ser realizado por un desarrollador de software, y además a través de la interfaz de definición de reglas se puede agregar, modificar o eliminar las reglas de negocio, pero sería necesario involucrar a un desarrollador cuando la creación o modificación de una regla no produce los resultados esperados, o esto podría suceder por una regla que ha sido declarada inadecuadamente.

Es probable que el motor de reglas no haya sido desarrollado por la compañía, pero la mayoría de ellos tienen una implementación sencilla y podría solucionarse problemas un poco complejos por la organización. La construcción de un motor de reglas de negocio llevaría mucho tiempo de investigación y desarrollo, además se requiere de un completo entendimiento de cómo funciona de lo contrario el motor de reglas tendría un rendimiento incorrecto y problemas de inconsistencia de la información.

1.11.5 Ventajas de un motor de reglas

En el motor de reglas se define un vocabulario que está relacionado con el ámbito en el que se aplicará y con el cual se crean las reglas de negocio. El motor se integra con otras aplicaciones de acuerdo a la plataforma que este utilice, y tiene las siguientes ventajas:

- Se puede reutilizar las reglas de negocio desde otros sistemas.
- Una mejor organización de las reglas que se relacionan entre sí.
- Se facilita la comprensión al utilizar un lenguaje común.
- Las reglas se verifican por separado de los sistemas.

1.12 Herramientas

Se ha considerado algunas herramientas comerciales y open source para la administración de reglas de negocio, como:

1.12.1 Herramientas comerciales

Se detalla las siguientes:

Jess

Es un motor de reglas escrito completamente en lenguaje Java en los laboratorios Sandia National Laboratories; se puede construir software que tiene la capacidad de razonar al utilizar el conocimiento que se encuentra en el formato de reglas; además incluye un ambiente de desarrollo que está basado en la plataforma Eclipse. Sus principales características son (Jess, 2008):

- Se puede crear objetos Java, métodos e implementar interfaces de Java.
- Posee su propio lenguaje de reglas llamado JessML.
- Utilización de expresiones regulares en las reglas.

- Reporte de errores que permite enfocarse en el dominio del problema.

ILOG Rules for .Net

Rules for .Net proporciona funcionalidades para desarrollar aplicaciones en la plataforma .NET, y crear reglas de negocio que permiten obtener resultados precisos. Tiene la opción de autocorrección para la creación o edición de las reglas, permitiendo que estén definidas adecuadamente para lograr los resultados esperados al momento de su ejecución; también se puede realizar cambios y desplegar las reglas en el instante de ejecución.

Además se realiza revisiones de las reglas de negocio mediante IBM WebSphere ILOG Rule Team Server; y las reglas se despliegan a Rule Execution Server for .NET para su respectiva ejecución, y se verifica las reglas que se están ejecutando mediante una consola de administración de Rule Execution Server (IBM WebSphere ILOG Rules for .NET).

Blaze Advisor

Blaze Advisor ofrece un máximo control sobre las operaciones que requieren una gran cantidad de información, con una mayor agilidad y eficacia que permite la toma de decisiones de negocio apropiadas (FICO Blaze Advisor).

Características:

- Utilización de varios métodos para la creación y administración de reglas de negocio, incluyendo arboles de decisión, constructor de fórmulas, gráficos, plantillas para representar las reglas.
- Permite agregar y administrar un número ilimitado de reglas, así como también definir grupos de las mismas.
- La arquitectura del sistema permite una fácil integración con cualquier aplicación y acepta entradas de varias bases de datos, documentos XML, objetos Java, objetos .NET.
- Utiliza la más avanzada tecnología de inferencia de reglas, con una mayor velocidad incluso en cualquier nivel de complejidad de las reglas.

InRule

InRule se utiliza para la plataforma .NET, ofrece soluciones para la autoría, administración y ejecución de reglas de negocio. Las características son (InRule Technology):

- La automatización lógica de negocios, permitiendo a las empresas dar una respuesta de manera rápida a los requerimientos de la misma.
- Facilidad para la escritura de reglas de negocio e inclusive cálculos complejos.
- El uso de las reglas a través de varios procesos de negocio y aplicaciones, de una forma consistente.

WebSphere ILOG JRules

WebSphere ILOG JRules permite la autoría, mantenimiento y despliegue de reglas; ofrece un alto rendimiento en la ejecución de las mismas, así como también el despliegue de cambios que se efectúan en producción sin necesidad de reiniciar el servidor. Consta de los siguientes componentes (IBM WebSphere ILOG JRules):

- Rule Studio: Es un ambiente de desarrollo basado en Eclipse,
- Rule Execution Server: Ambiente de ejecución de reglas.
- Rule Team Server: Permite administrar las reglas de negocio, editar las mismas de una manera sencilla, generar reportes.
- Decision Validation Services: Se comprueba los conjuntos de reglas en base a los datos de entrada.
- Rule Solutions for Office: Se puede crear o editar las reglas de negocio mediante herramientas de Microsoft Office Word y Excel.

Tabla 1. Comparación herramientas comerciales

Criterios	Jess	ILOG Rules for .Net	Blaze Advisor	InRule	WebSphere ILOG JRules
Plataforma	Java	.Net	.Net y Java	.Net	Java
Representación gráfica	Si	Si	Si	Si	Si
Cambiar y desplegar reglas en el mismo instante de ejecución	No	Si	Si	No	Si
Vocabulario de reglas personalizado	Si	Si	Si	Si	Si
Sistemas operativos	Windows, Linux, and Solaris	Windows y Linux	Windows, Solaris, Unix	Windows y Linux	AIX, Unix, Linux, Windows
Lenguaje para la definición de reglas	Propio lenguaje JessML	C#, Visual Basic.NET o C++.	Propio, SRL (Structured Rule Language)	Visual Studio	Propio IRL (ILOG Rule Language)

1.12.2 Herramientas open source

Se detalla las siguientes:

NxBRE

NxBRE es implementado en la plataforma .NET, y ofrece dos enfoques diferentes: el motor de inferencia que utiliza el encadenamiento hacia adelante y soporta conceptos como hechos, consultas e implicaciones definidas en notación RuleML¹; y el motor de flujo que utiliza XML para controlar el flujo de procesos para una aplicación.

Es bastante útil cuando se trata con reglas de negocio complejas que no pueden ser expresadas fácilmente en una estructura uniforme y también reglas cambiantes que requieren un esfuerzo en la recompilación para satisfacer los nuevos requerimientos (NxBRE).

Drools

Drools fue desarrollado por la empresa JBoss, ahora se denomina JBoss Enterprise BRMS (Business Rules Management System); permite desarrollar de una manera fácil las reglas de negocio y administrar los cambios de una forma ágil (JBoss Community).

Ofrece las siguientes características:

- Alto rendimiento y optimización de las reglas de negocio.
- Las reglas son administradas independientemente del código de la aplicación.
- Una interfaz sencilla de manejar que permite crear reglas de negocio y realizar modificaciones de forma rápida.
- La administración de reglas a través de una consola basada en web la cual proporciona tanto a los analistas de negocio como a desarrolladores la facilidad de gestionar las reglas junto con aplicaciones.

Clips

Clips se utiliza para la construcción de reglas u objetos basados en sistemas expertos; es escrito en lenguaje C y puede ser instalado en cualquier sistema operativo como Windows,

¹ <http://users.dsic.upv.es/~flip/RuleML/>

MacOS y Unix que posean un compilador de C o C++. El código fuente de CLIPS puede ser modificado de acuerdo a las necesidades del usuario.

Proporciona la verificación de restricciones en los argumentos de las funciones, y realiza un análisis de la semántica de los modelos de reglas para determinar las inconsistencias que pueden impedir la ejecución de una regla (Riley, 2008).

Jena

Jena es un marco de trabajo para crear aplicaciones web semánticas, utiliza lenguajes como RDFS, OWL y SPARQL que permite inferir hechos en base a los datos o la descripción de clases. Además incluye algunos razonadores predeterminados, uno de ellos es el razonador de reglas genérico que tiene soporte para la inferencia basada en reglas, y también puede implementar los razonadores RDFS y OWL; proporcionando encadenamiento hacia adelante y hacia atrás.

Incluye un motor de reglas genérico, que puede ser usado para el procesamiento de RDF o transformación de tareas (Jena).

Tabla 2. Comparación herramientas open source

Criterios	NxBRE	Drools	Clips	Jena
Plataforma	.NET	Java y .NET	C++	Java
Representación gráfica	Si	Si	Si	No
Cambiar y desplegar reglas en el mismo instante de ejecución	Si	Si	No	No
Vocabulario de reglas personalizado	Si	Si	Si	Limitado

Sistemas operativos	Windows, Solaris, AIX, Linux	Windows, Linux, Mac OS X.	Windows, MacOS y Unix	Windows y Linux
Lenguaje para la definición de reglas	RuleML, XML, Visual C#	Propio, Drools Rules Language (DRL)	C, C++, FORTRAN	RDFS, OWL y SPARQL

1.13 Metodología

1.13.1 Modelado de las reglas de negocio con el modelado de la empresa

Para realizar un modelado empresarial lo más importante es identificar algunos aspectos del negocio, que serían la base para obtener las reglas de negocio. Estos aspectos son: objetivos, problemas, políticas, procesos. El modelado de la empresa (EM) es una técnica que permite formalizar el ámbito de negocio para una adecuada administración. Permite comprender cómo está estructurada la empresa y cómo realiza sus operaciones. Una forma de realizar esta representación es a través del enfoque *Desarrollo de Conocimiento Empresarial* el cual se basa en cinco componentes que son los siguientes: (Bajec & Krisper, 2004)

- Modelo de la visión del negocio: Se describe la estrategia, objetivos y los problemas que deberían resolverse para lograr el cumplimiento de los objetivos.
- Modelo del proceso de negocio: Se definen los procesos establecidos para el logro de los objetivos, y se describe como estos procesos interactúan.
- Modelo de reglas de negocio: Se define las reglas de negocio y se indica los parámetros que serán evaluados y las respectivas acciones a realizarse.
- Modelo de recursos y actores de negocio: Se describe la estructura de los recursos de la empresa y la relación de estos con los actores y procesos.
- Modelo de conceptos de negocio: Se especifica un vocabulario que será utilizado en los diversos conceptos relacionados con el entorno del negocio, por ejemplo productos, servicios; evitando interpretaciones diferentes de los términos dentro del negocio.

Mediante el modelado de la empresa se puede definir las reglas de negocio, ya que se obtiene toda la información que explican la existencia de las mismas; además lograr un entorno de trabajo productivo y eficiente, por lo que el modelo debe reflejar el correcto funcionamiento de la empresa y debe ser continuamente adaptado a posibles cambios para asegurar que las reglas se encuentren actualizadas.

1.14 Trabajos relacionados

Se resaltan algunos proyectos que se han enfocado en la implementación de reglas de negocio:

Hospital Regional – Estados Unidos: Los procesos que se realizan en cuanto a la atención médica requieren la automatización de los mismos para brindar una mayor agilidad y eficiencia, reduciendo las tareas manuales y los errores que surgen, otorgando resultados precisos a los pacientes en menor tiempo. Al utilizar IBM ILOG JRules se logra esta automatización en ciertas tareas críticas para la organización y los cambios en las reglas de negocio se efectúan de una manera rápida, adaptándose a las regulaciones o requerimientos del negocio; e inclusive se redujo los costos y riesgos operativos, aumentando ingresos y mejorando la productividad (IBM Corporation, 2009).

Con la implementación de ILOG basado en un sistema de monitoreo y alerta, permite identificar los cambios de las condiciones de un paciente, tomando en cuenta diversos factores médicos, otorgando resultados precisos para determinar cuándo se debe activar una alerta y sea enviada al médico correspondiente en el instante que se detectó; con lo cual se reduce el tiempo para poder tomar las mejores decisiones medicas inmediatamente, al contrario de la forma tradicional en la que el médico revisa al paciente cada cierto periodo de tiempo para informar sobre su estado.

En el ámbito de la salud se utiliza IBM ILOG para mejorar diversos procesos como:

- Notificaciones de alertas clínicas
- Monitoreo remoto de pacientes
- Selección de medicamentos y tratamientos
- Donantes compatibles
- Facturación
- Contabilidad
- Administración de historias clínicas

- Administración de personal

Empresa financiera y seguros *Lincoln National Financial Group (LNFG)*: Los procesos de negocio se realizaban de una manera tradicional para la toma de decisiones; se tenía que invertir en recursos para aplicar las reglas de negocio de forma manual, o codificar las reglas en los sistemas con lo cual los cambios no se efectuaban de una manera ágil y en todos los procesos. Todo el personal involucrado en el negocio puede gestionar las reglas al implementar el motor de reglas *Paragon* obteniendo un mayor desempeño en sus operaciones de negocio (Cole, 2008). Así se puede efectuar de una manera fácil y rápida todos los cambios que surjan en las reglas de negocio que afectan a diversos procesos.

- **Proceso anterior**

Esta empresa manejaba un flujo de trabajo en serie para sus procesos de negocio, esto tenía como consecuencia limitaciones en la productividad, retrasos en los datos de entrada y la toma de decisiones. Además hubo un incremento en el personal para poder mejorar o mantener la eficiencia de las operaciones, y debido a los procesos manuales aumentaron el número de errores.

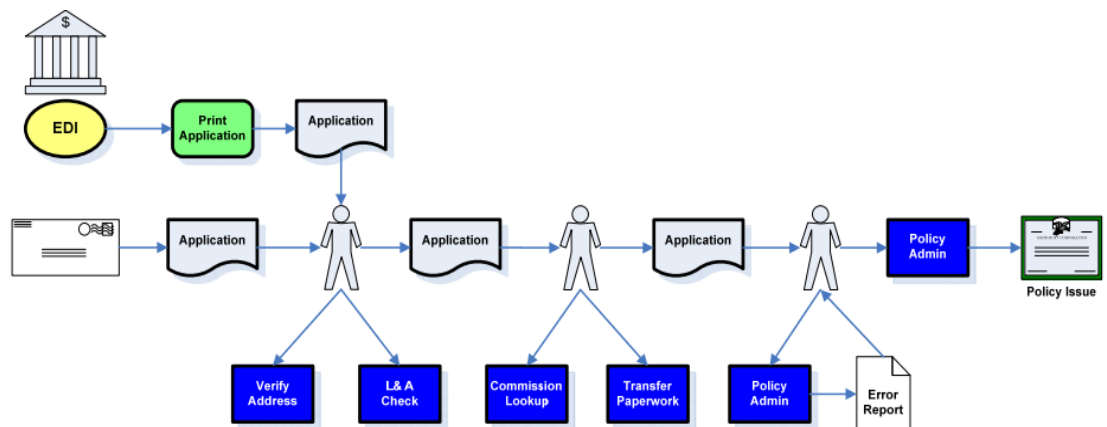


Figura 3. Flujo de trabajo antiguo de LNFG.

Fuente: Cole, B. (2008)

- **Proceso actual**

Al implementar el motor de reglas, se automatizaron los procesos e inclusive se eliminó algunas de las actividades manuales que se realizaban anteriormente, con lo cual se

mejoró la eficiencia en las operaciones y se redujo el número de errores que se presentaban anteriormente, incluso ahora se requiere una menor demanda de personal.

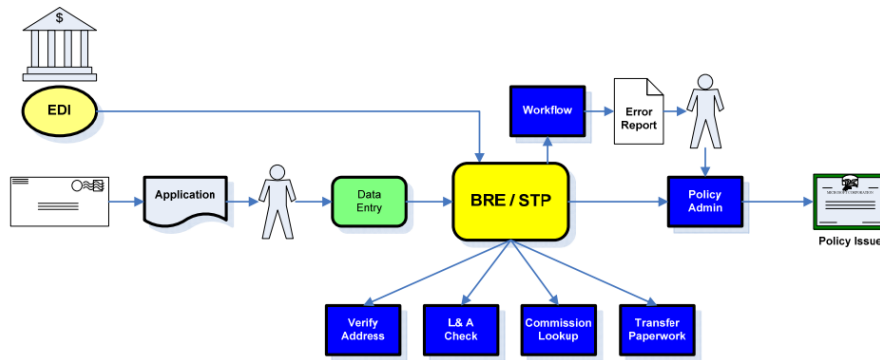


Figura 4. Flujo de trabajo actual de LNFG.

Fuente: Cole, B. (2008)

Lincoln obtuvo algunos beneficios al implementar el motor de reglas *Paragon*, y con lo cual ganó cierta ventaja competitiva en el mercado (Cole, 2008):

- ✓ Mejoramiento de los costos: Al menos el 50% de los pasos que se realizaban en el proceso de las aplicaciones de negocio fueron automatizados, la implementación de este motor de reglas implicó un 30% en la reducción de los costos, y manteniendo o mejorando la capacidad de procesamiento y productividad del personal involucrado en la empresa.
- ✓ Incrementar la calidad: Se logra una captura completa del seguimiento del flujo de trabajo en el procesamiento global de las aplicaciones, mejorando la calidad del mismo sin tener que repetir el proceso de ejecución cada vez que encuentre un problema, sino que se realiza un procesamiento completo.
- ✓ Reducción de tiempo: Se incrementó la velocidad de procesamiento, antes de tardaba días debido al proceso manual, ahora las aplicaciones pueden ser procesadas en solo pocas horas.

- ✓ Ventajas competitivas: Las reglas de negocio son fácilmente administradas por el personal de la empresa, y esta logra una rápida adaptación a los cambios que se presenten en el negocio, así como también a los cambios gubernamentales, realizando las modificaciones necesarias de una manera ágil.

Universidad Politécnica de Madrid: En uno de sus trabajos investigativos, se propuso el desarrolló un sistema basado en reglas que se aplica para la detección de lesiones de rodilla a partir de curvas isocinéticas (Font, 2008), estas curvas se obtienen mediante una máquina, la cual registra la fuerza muscular que realiza una persona al efectuar un ejercicio, este consiste en movimientos de rodilla a una velocidad fija que se expresa en grados por segundo. El sistema analiza las curvas que provee la máquina isocinética, considerando ciertas variables establecidas para que sea capaz de detectar posibles lesiones.

Al procesar el conjunto de curvas isocinéticas² se obtiene un conjunto de vectores los cuales son la entrada para el generador automático del sistema basado en reglas mediante PGGG (Programación Genética Guiada por Gramáticas), esta se denomina fase de entrenamiento y se tiene como salida del programa genético el sistema basado en reglas (RBS) que detecta las lesiones de rodilla en base a las curvas isocinéticas. Después es sometido a una fase de pruebas que permite comprobar la eficacia al detectar las lesiones en base a las curvas isocinéticas, que son transformadas previamente en vectores.

² Es un movimiento ayudado o no por una máquina, que se hace a una velocidad constante, para permitir que la fuerza desarrollada por el músculo quede constante a lo largo del movimiento. Se utiliza para realizar valoraciones musculares.

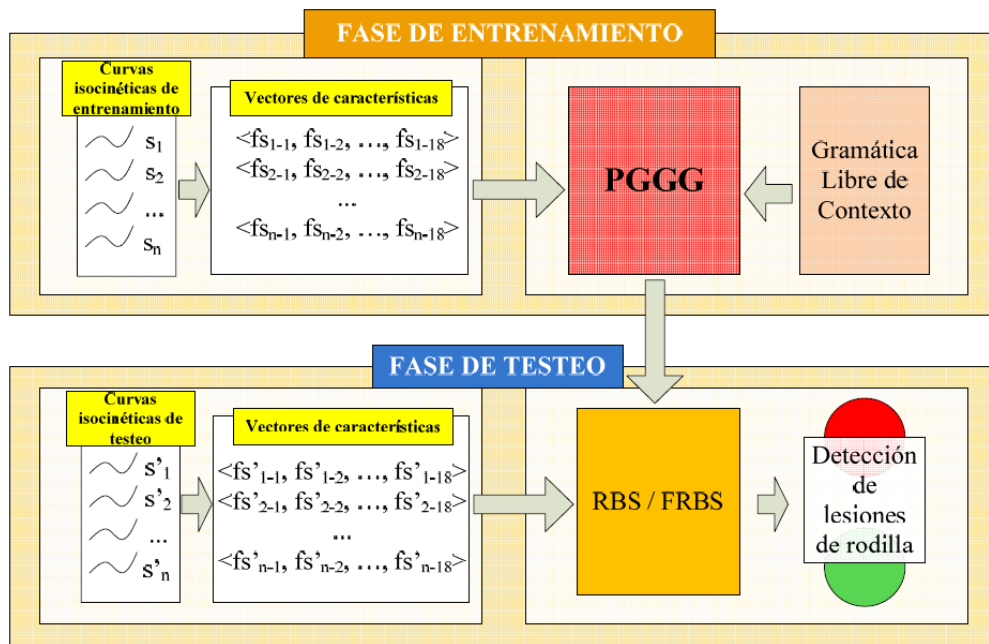


Figura 5. Generación automática de un sistema basado en reglas para la detección de lesiones de rodilla.

Fuente: Font, J. (2008)

Universidad Nacional de Colombia: Se ha desarrollado un proyecto en el cual se implementa un agente de software inteligente implementando mecanismos de razonamiento basado en reglas de negocio (Arias, Moreno & Ovalle, 2007); al integrar las plataformas Jade y Jess es posible lograr agentes de software híbridos, estos se componen de agentes reactivos que poseen la capacidad de ejecutar una acción inmediatamente si una condición se cumple, y agentes deliberativos que se encargan de realizar operaciones complejas; se utilizan para efectuar un análisis de la negociación electrónica de contratos en el Mercado de Energía Eléctrica en Colombia. Se realizarán subastas en el SEC (Sistema Electrónico de Contratos), donde los participantes publican sus ofertas, a su vez pueden ver las de los demás y tratar de mejorar para intentar obtener el contrato. Los parámetros que se utilizan para la negociación de contratos se definen como reglas de negocio que el agente ejecutará.

Universidad de Lund - Suecia: En uno de sus proyectos se realizó un análisis de una metodología para evaluar la implementación de las reglas de negocio con el comercio electrónico (Liang & Jin, 2008), enfocándose en la orientación al cliente B2C (business to customer) que son actividades de comercialización ofreciendo productos o servicios, lo que facilita una interacción activa y una respuesta rápida al cliente. Debido a que el comercio electrónico se basa en una red de computadoras, las reglas de negocio se implementan en diferentes ubicaciones como por ejemplo en el cliente final, base de datos.

Universidad Marquette – Estados Unidos: Se desarrolló una investigación en la cual se crea un prototipo de una aplicación, y se analiza la implementación de una metodología para el procesamiento basado en reglas, separando las reglas de negocio del código de la aplicación, permitiendo una mayor agilidad de la misma (William, 2006). El prototipo se diseñó para una compañía de seguros, se muestra una mayor rapidez al momento de realizar cambios en las reglas de negocio, ya que estas se ven reflejadas inmediatamente en los procesos de la aplicación; además en este prototipo se incluye un componente RDI (Rule Definition Interface) que permite a los usuarios actualizar y administrar las reglas de negocio sin la necesidad de escribir código de la aplicación, y se utiliza el motor de reglas CLIPS.

Universidad de Málaga - España: Se desarrolló un sistema inteligente, el cual colabora en el aprendizaje de la asignatura de fundamentos de programación orientada a objetos (Gálvez, Gómez, Guzmán & Conejo), este se ha construido utilizando el *Modelado Basado en Restricciones*, esta técnica se basa en el aprendizaje a partir de los errores cometidos por un estudiante, y se genera refuerzos que le ayuden a corregir los mismos; para generar las reglas que representan las restricciones se utilizó el motor de reglas Jess. El alumno conforme va aprendiendo resuelve varios problemas, y el sistema selecciona automáticamente los ejercicios más adecuados que se adapten a su nivel de conocimiento.

1.15 Selección de herramienta

En la propuesta del proyecto realizada por la Sección Departamental de Ingeniería de Software y Gestión de TI, se establece que se utilizará la herramienta iLog Rules for .Net ® que ha sido adquirida por la UTP, para definir las reglas correspondientes en el proceso de revalidaciones académicas, y esta herramienta se podrá integrar con futuras aplicaciones desarrolladas en la plataforma .net.

CAPITULO 2: INFRAESTRUCTURA DE TRABAJO

2.1 Introducción

El Sistema de Administración de Reglas de Negocio (BRMS -Business Rule Management System) iLog Rules for .Net fue adquirido por la UTPL, debido a que la mayoría de las aplicaciones utilizadas en los diversos procesos son desarrolladas en la plataforma .Net facilitándose la integración con las mismas.

Por tal motivo en el presente trabajo se utilizará iLog Rules for .Net para validar los parámetros necesarios al realizar las revalidaciones académicas. Además esta herramienta posee algunas características que se pueden apreciar en la sección 1.12.1 - Tabla 1.

A algunos usuarios de negocios les resulta difícil comprender el funcionamiento de los sistemas de software, sobre todo al integrar ciertas políticas de la organización; y al momento de relacionarse con el personal que mantiene esos sistemas, en ocasiones es difícil el entendimiento de los mismos, por lo que existe confusiones. Los administradores encargados de las políticas, establecen los requerimientos para el sistema de software, y aprueban la implementación de los mismos en las aplicaciones; sin embargo para ellos no es fácil realizar un seguimiento de los requerimientos en el proceso de ejecución, ya que algunos no están familiarizados con este tipo de sistemas. El enfoque tradicional basado en código para la construcción de los sistemas de negocios limita la flexibilidad para adaptar nuevos procesos en relación a la demanda de mercado, o cambios por nuevas regulaciones.

Al aplicar un sistema de administración de reglas de negocio (BRMS), se integra con facilidad las políticas establecidas en la organización, y permite realizar cambios sin la necesidad de modificar el código de las aplicaciones, e inclusive los usuarios que tienen poco conocimiento sobre sistemas de software pueden administrar las reglas de negocio sin ningún inconveniente, ya que provee una interfaz para una mejor accesibilidad y usabilidad, permitiendo posibles cambios de una manera fácil y sencilla, sin modificar todo el código como en los sistemas tradicionales donde las reglas están codificadas en la aplicación; con un BRMS se realizan los cambios simplemente en las reglas sin afectar al resto de la aplicación, y el personal involucrado en el ámbito del negocio puede realizar un seguimiento, conforme se ejecutan las reglas.

2.2 Descripción ILOG Rules for .NET

Esta herramienta de IBM permite crear, mantener y monitorear un conjunto de reglas de negocio establecidas por la organización, tanto para que usuarios del negocio y desarrolladores puedan administrar las mismas; estas reglas son una manera de formalizar las políticas de negocio. ILOG Rules for .NET consta de algunos módulos que operan en ambientes separados pero trabajan juntos para proporcionar las funcionalidades que requiere el BRMS (Stineman, 2009):

2.2.1 Ambiente de desarrollo

ILOG Rules for .NET proporciona el componente llamado *Rule Studio* para el despliegue de aplicaciones, el cual está integrado con Visual Studio. Se pueden realizar los siguientes procesos con Rule Studio:

- Crear un modelo de objeto de negocio (BOM), este es la representación del dominio específico sobre el que se trabajará, asignando un vocabulario personalizado.
- Asociar el BOM a un modelo de clases y esquemas XML.
- Definir un vocabulario en lenguaje natural.
- Crear reglas en una sintaxis específica de la plataforma.
- Especificar conjuntos de reglas ejecutables.

Si se requiere integrar las reglas en una aplicación existente con clases en .net o esquema XML, Rule Studio puede importar los modelos de ejecución con sus respectivas clases y crear el correspondiente BOM y el vocabulario usado en las políticas del negocio. Con respecto a las pruebas proporciona herramientas específicas de la plataforma que le permiten al desarrollador encontrar con facilidad donde está el error mientras esta en modo de depuración.

2.2.2 Ambiente de administración de reglas

La creación de reglas y su respectiva administración se realiza a través de *Rule Team Server* (RTS), que proporciona una interfaz web; mediante el cual los analistas de negocios podrán de una manera sencilla gestionar las reglas, modificar y validar su contenido. Posee algunas características (Stineman, 2009):

- Almacenar múltiples proyectos de reglas independientes o dependientes, así como también un gran número de usuarios que trabajan sobre un mismo proyecto o diferentes.
- Soporta el bloqueo de reglas automáticamente, y también el de usuarios.
- Se puede crear plantillas de reglas, realizar consultas, reportes. Además el historial de reglas es accesible para los administradores y se realiza una comparación visual de dos versiones de una regla y analizar las que mejor se adapten a las tareas requeridas.

Otro componente opcional es *Rule Solutions for Office* que es una alternativa para los usuarios que no están familiarizados con este tipo de sistemas BRMS; desde Rule Team Server se genera el contenido de las reglas como RuleDocs, entonces permite que las reglas puedan ser visualizadas en un archivo de Word o Excel.

2.2.3 Administración y monitoreo

WebSphere ILOG Rules for .NET BRMS también ofrece otro componente llamado *Rule Execution Server (RES)*, “un ambiente para monitorear la ejecución de las reglas de negocio” (Stineman, 2009). Está basado en la arquitectura WCF (Windows Communication Foundation)³, además permite que se puedan integrar las reglas con las aplicaciones y mediante este los administradores del sistema pueden asegurarse de que los conjuntos de reglas han sido creados correctamente y que las nuevas reglas introducidas se hayan ejecutado adecuadamente. También proporciona opciones de administración para activar o desactivar un conjunto de reglas o varias versiones de las mismas, y además se registra las actualizaciones de los conjuntos de reglas incluyendo fecha y hora de modificación.

³ <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms731082.aspx>

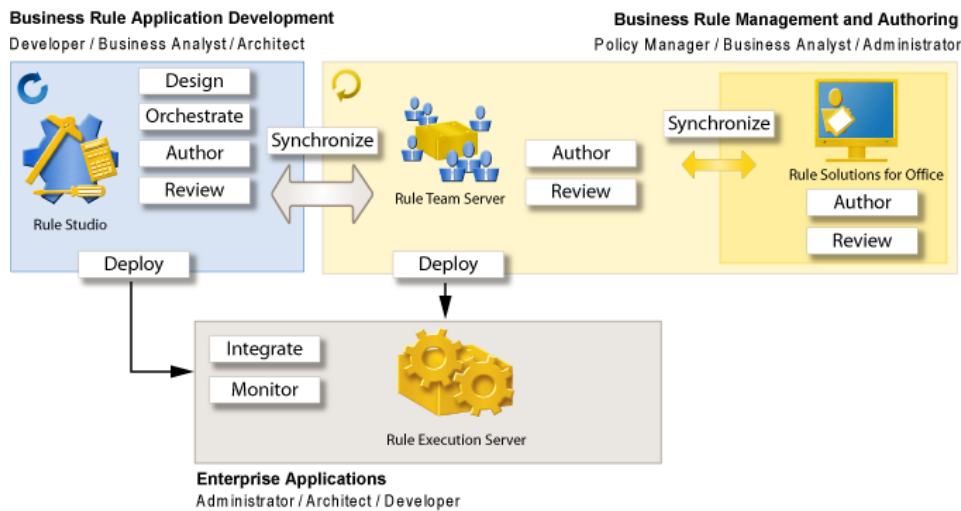


Figura 6. Módulos de WebSphere ILOG Rules for .NET

Fuente: IBM WebSphere ILOG Rules for .NET

2.3 Elementos para la creación de reglas

2.3.1 Modelo de objetos de negocio (BOM)

El BOM define los objetos que permitirán crear las reglas de negocio, a partir de este se genera términos y frases permitiendo crear un vocabulario en lenguaje natural, este se basa en un modelo de objetos definido en la aplicación; combinando el vocabulario con una sintaxis if-then los administradores podrán realizar fácilmente la edición de las reglas de negocio al trabajar con términos con los cuales están familiarizados dentro del negocio.

Object Model Concept, Data or Operation	Vocabulary
Customer	the customer
Name	the customer's name
State	the customer's state
CustomerClass	the customer's priority level
OrderTotal	the customer's total order value
Order	the order
Discount	the order discount
Amount	the order amount
Date	the order date
AddMessage	add the message <message> to the order
Item	the item
SKU	the catalog number
Quantity	the item quantity
Price	the item price

Figura 7. Ejemplo del modelo de objetos y vocabulario.

Fuente: Stineman, B. (2009).

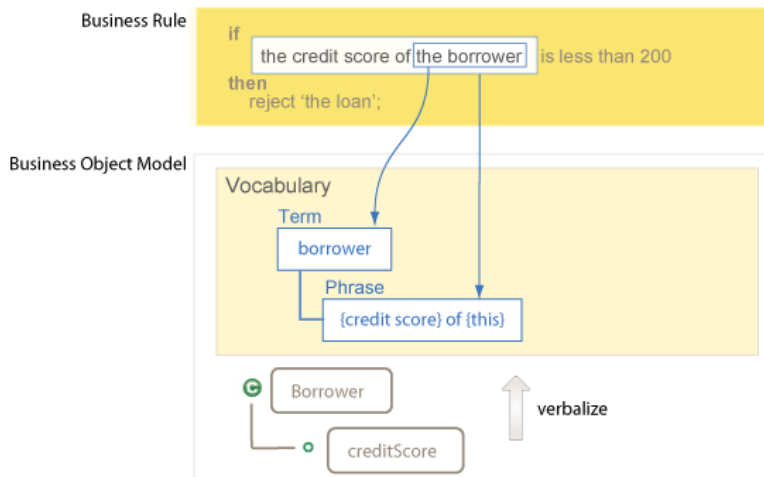


Figura 8. Ejemplo de creación de regla con el modelo de objetos de negocio (BOM)

Fuente: IBM WebSphere ILOG Rules for .NET

2.3.2 Elementos de vocabulario

Un vocabulario se compone de términos, frases, variables o constantes que se encuentran relacionadas al negocio y forman parte del BOM, permitiendo definir las reglas utilizando un lenguaje natural familiarizado al entorno en el que se trabaja. También se puede realizar la definición de variables al inicio de la creación de cada regla de negocio.

2.3.2.1 Términos de negocio.

Los términos son palabras que se requieren para crear las reglas de negocio, y además se utilizan para realizar la respectiva verbalización, es decir la relación entre términos y frases en el BOM. En el caso que dentro de la regla de negocio sea necesario referirse varias veces a un término de negocio, se tiene que definir variables al inicio de la regla. Por ejemplo, *cliente* es un término de negocio.

definitions

set 'solicitante' to cliente;

set 'cliente frecuente' to cliente;

if

todas las siguientes condiciones son verdaderas:

- 'solicitante' está casado con 'cliente frecuente '

- 'cliente frecuente ' está asegurado

then

estado del 'solicitante' es aceptado;

2.3.2.2 Frases

Una frase asocia dos elementos de negocio. Por ejemplo, *{apellido} of {this}* es una frase para el atributo *Cliente.apellido*.

Ejemplo:

If apellido of cliente contiene “Torres”

También se puede utilizar frases como predicado, estas tienen implícito el sujeto. Por ejemplo, *{this} es miembro categoría distinguidos*, es una frase de predicado para el atributo *Cliente.categoriaDistinguido*.

Ejemplo:

If cliente es miembro categoría distinguidos

2.3.2.3 Variables

En la definición de variables se puede utilizar *where* para realizar ciertas restricciones, de esta forma en las variables solo pueden establecer ciertos valores. Ejemplo:

definitions

set 'cliente leal' to cliente

where la categoría de este cliente es Oro;

if

el valor de la compra de 'cliente leal' es mayor que \$200

then

Aplicar 20% descuento;

else

Aplicar 10% descuento;

Además es posible referirse en varias ocasiones a un término de negocio, y creando varias restricciones para cada variable definida. Ejemplo:

definitions

set 'clientes especiales' to todos los clientes

where la categoría de este cliente es Oro;

set 'cliente especial junior' to un cliente de 'clientes especiales'

where la edad de este cliente es menor a 15;

set 'cliente especial sénior' to un cliente de 'clientes especiales'

where la edad de este cliente es mayor a 65;

2.3.2.4 Constante

En la creación de una regla de negocio, al inicio se puede realizar la definición de un valor estático que se utilizará en dicha regla. Por ejemplo:

definitions

set 'valor total' to 300;

if

el valor de la compra del cliente es mayor que 'valor total'

then

el descuento es 20%;

2.3.3 Parámetros del conjunto de reglas

Son de gran importancia en la creación del proyecto de reglas, ya que estos especifican el tipo de información que se obtendrá desde la aplicación, así como también los datos que serán enviados; las reglas usan estos parámetros para manejar los objetos de las clases de la aplicación. Estos pueden ser de tipo *IN* para especificar una entrada al conjunto de reglas en

ejecución, *OUT* permite retornar un resultado al ejecutar las reglas, o de tipo *IN_OUT* que define una entrada al conjunto de reglas y proporciona una salida cuando la ejecución es completada.

2.3.4 Flujo de reglas

Se utiliza para organizar las reglas de negocio, representando en forma gráfica el orden en que serán procesadas. En el editor del flujo de reglas se establecen condiciones para la transición de una regla a otra; e indicar si continua o finaliza el proceso. Al modificar las reglas se actualizan automáticamente en el flujo de procesamiento. Por ejemplo:



Figura 9. Ejemplo flujo de reglas.

2.4 Lenguaje de reglas

Las reglas de negocio se pueden representar en una sintaxis if-then; cada uno de los desarrolladores y usuarios de negocio pueden escribir y administrar las reglas de una manera sencilla. Las reglas pueden hacer referencia a cualquier objeto de una aplicación e invocar métodos en los mismos. En ILOG Rules for .NET se puede utilizar valores como boolean, integer, float, string; la sintaxis de los identificadores son similares a los de .NET. Dentro de una regla de negocio se pueden definir variables, condiciones y acciones.

Para definir las reglas de negocio se considera lo siguiente:

2.4.1 Estructura de la regla

Al inicio de una regla de negocio se pueden definir variables para utilizar en dicha regla, además consta de 2 partes: condiciones y acciones; la estructura básica es IF - THEN; estos se conocen como el Lado Izquierdo (LHS) y Lado Derecho (RHS) de una regla, el LSH se refiere a las condiciones que se deben cumplir y el RHS son las acciones que se llevan a cabo en el caso de que las condiciones se cumplan.

```
If { conditions ... }  
  
then { actions ... };
```

2.4.2 Definiciones

Permiten crear variables al inicio de una regla de negocio, asignando nombres que tengan relación con lo que se desea expresar en las reglas, y se les asigna un valor ya sea un número o texto, permitiendo que resulte fácil de entender las mismas; estas variables solamente se podrán utilizar en la regla donde se las definió.

definitions

```
set 'precio' to 120;
```

2.4.3 Condiciones

El LHS (Lado Izquierdo) de una regla está compuesto de un conjunto de condiciones, y en el caso de que se cumplan se ejecutan ciertas acciones. Las condiciones se representan después de IF. Por ejemplo se aplica un descuento del 10% si se cumple la condición de que el total de compra sea mayor a 150:

```
if  
  
    el total de la compra es mayor a 150  
  
then  
  
    aplicar descuento del 10%;
```

Cuando existe más de una condición, las acciones se ejecutan si se cumplen todas o alguna de las condiciones de la regla, para ello se utiliza *all* o *any* después de la palabra IF. Por ejemplo, en esta regla la acción se ejecuta en el caso de que se cumplan las 2 condiciones:

if

all las siguientes condiciones son verdaderas:

- la compra es mayor a 150

- el cliente pertenece a la categoría Especial

then

aplicar el 20% de descuento;

2.4.4 Acciones

El RHS (Lado Derecho) de una regla se refiere a lo que se va a ejecutar cuando las condiciones se cumplen, o también lo que se ejecuta en el caso de no cumplirse. Las acciones se describen después de THEN o ELSE. Por ejemplo, se aplica el 15 % de descuento, cuando el tipo de pago es al contado.

if

el tipo de pago de la compra es al contado

then

se aplica el 15% de descuento a la compra;

Si es necesario ejecutar más de una acción, se utiliza la parte *e/se* para especificar las acciones a realizarse cuando las condiciones no se cumplen. En esta regla, se aplica el 15 % al valor de

la compra si se cumple la condición, y se incrementa un 5% al valor de la compra si la condición no se cumple.

```
if
    el tipo de pago de la compra es al contado
then
    se aplica el 15% de descuento a la compra;
else
    se incrementa el 5% a la compra;
```

2.5 Reglas en Rule Studio for .NET

Al crear un proyecto de reglas, el desarrollador puede organizar las mismas en carpetas para que se facilite su administración; posteriormente se pueden editar o agregar nuevas reglas en un ambiente web. En cada uno de los paquetes de reglas se definen las mismas, y en un editor se muestra el vocabulario predefinido para crear cada una de ellas.

Ejemplo:

```
If
    El monto of 'préstamo' es mayor que 100000
then
    agregar "el préstamo no puede exceder de 100000" al mensaje de 'préstamo';
    rechazar 'préstamo';
```

Antes de desplegar las reglas para que puedan ser administradas y ejecutadas, es necesario comprobar que estas se ejecutan adecuadamente con sus respectivos parámetros, para lo cual dentro de Rule Studio for .NET se puede establecer los valores de los parámetros y así comprobar que las reglas se efectúen correctamente, obteniendo los resultados esperados durante la ejecución.

2.6 Despliegue de reglas

Al finalizar la definición de las reglas de negocio, y comprobando que no existen errores es necesario desplegar las mismas a Rule Execution Server (RES), especificando la información de la aplicación denominada RuleApp, esta contiene varios conjuntos de reglas y pueden existir varias versiones del mismo conjunto. Al ingresar a la consola de administración RES se podrá verificar el proyecto y revisar los diferentes conjuntos de reglas e inclusive habilitar o deshabilitar uno de ellos.

2.7 Motor de reglas ILOG

Proporciona el procesamiento seguro y optimizado de reglas de negocio y provee un API⁴ que les permite a los desarrolladores tener un alto control sobre el comportamiento del motor de reglas; puede integrarse fácilmente en cualquier aplicación en .NET; y las reglas son directamente ejecutadas por el motor de reglas para un mejor rendimiento de las aplicaciones de negocios.

ILOG Rules for .NET separa las reglas y el motor de reglas, esta separación permite que el motor pueda conectarse con varios conjuntos de reglas, así como también un conjunto de reglas puede ser utilizado por algunos motores. Estas reglas pueden ser agregadas, modificadas o eliminadas desde el motor sin la necesidad de cerrar o recompilar la aplicación. Posee algunas características como:

- Proporciona una alta velocidad de ejecución para un gran número de reglas, y un alto rendimiento en el manejo de reglas que frecuentemente requieren cambios en los datos.
- Las reglas integradas en la aplicación para mejorar el rendimiento.
- Las reglas son automáticamente optimizadas aumentando el rendimiento y mejorando el uso de los recursos de la aplicación.

⁴ <http://dret.net/glossary/api>

CAPITULO 3: SOLUCIÓN PARA EL PROCESO UTPL

3.1 Normativa externa

En lo que se refiere a las disposiciones del Senescyt en el Reglamento de Régimen Académico del Sistema Nacional de Educación Superior con respecto al tema de revalidación y homologación; estos trámites serán realizados por cada universidad reconocida por el Senescyt, aplicando el reglamento emitido por este, conjuntamente con su respectivo reglamento (Consejo Nacional de Educación Superior, 2009).

Para proceder a realizar esto, el estudiante tendrá que presentar los planes de estudio de materias aprobadas, debidamente autenticados por dicha universidad, certificado de materias con sus respectivas calificaciones, el número de créditos y horas, y otros adicionales que se indique dentro de la institución.

Además los estudiantes podrán rendir exámenes para exonerarlos de algunas materias, siempre y cuando la universidad lo autorice, y se aprobaran los créditos correspondientes a esa asignatura, pero no deben sobrepasar del 10% del total de la carrera. Por otra parte para poder llevar a cabo una revalidación deberá existir una equivalencia del 80% como mínimo en los contenidos de cada una de las materias aprobadas por el estudiante en otra universidad y el plan de estudios actual de la universidad a la que accede, considerando a su vez el número de créditos. En el caso de una homologación se reconocerá una materia que se aprobó en otra carrera pero dentro de la misma institución, o en el caso de que el estudiante se reintegre a la universidad y la malla curricular es diferente a la que aprobó.

Se establecerá el proceso para llevar a cabo una revalidación u homologación, de acuerdo a las disposiciones de la institución, las cuales a su vez deberán constar en su reglamento interno.

3.2 Normativa interna

En la UTPL consta un manual académico administrativo, en el cual se estipula que para poder realizar cualquier trámite de revalidación u homologación, se considera lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico del Sistema Nacional de Educación Superior. Los responsables de realizar el proceso de revalidación, que serían los Fiscales, deberán verificar que la institución de la cual procede el estudiante es legalmente reconocida por el Senescyt.

Se establece que se efectúa la revalidación si el estudiante realizó sus estudios en otra universidad y también puede ser dentro de la misma carrera de la que proviene o en otra a la que desee acceder, y se realiza la revalidación de las materias de forma individual, no por la

carrera completa, a su vez el porcentaje de equivalencia debe ser igual o mayor al 80% (Reglamento de régimen académico de la Universidad Técnica Particular de Loja. 2010).

La homologación procede en el caso de los estudios realizados dentro de la UTPL, y que se aprobaron en un programa diferente al actual, también en el caso de cursar 2 carreras al mismo tiempo, o que el estudiante se reincorpore a la universidad en la misma carrera u otra diferente.

También se realizan validaciones mediante exámenes de suficiencia en algunas asignaturas, pero no debe exceder del 10% de créditos de toda la carrera. Se realiza este trámite para materias de idioma y computación; además es posible realizar el reconocimiento de experiencia laboral si el estudiante ha trabajado en alguna empresa ecuatoriana la cual otorgara un certificado de las labores desempeñadas, y podrá rendir un examen sobre 40 puntos para valorar los conocimientos adquiridos pudiendo obtener como mínimo 28 puntos para exonerarlo de cursar alguna asignatura.

Se reconocerá las prácticas pre-profesionales realizadas en otra institución o en otra carrera de la UTPL, las cuales deberán cumplir con los requisitos exigidos por cada carrera de la UTPL, considerando los contenidos y créditos.

3.3 Entrevistas Fiscales

3.3.1 Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones

Se realizó la entrevista al Fiscal Uno⁵, indicó que se cumple con las disposiciones que se han establecido en el reglamento interno de la UTPL. Se realiza un análisis de los contenidos de cada asignatura de la UTPL con las asignaturas a revalidar de la universidad externa, para poder considerar el porcentaje de similitud entre estos, el cual deber ser mayor o igual al 80% de lo contrario no procede la revalidación; además no considera las horas de clase de las asignaturas ni tampoco los créditos, solamente se enfocan en los contenidos. Tampoco se enfoca en el año de estudio, y para el trámite de revalidación solamente se puede realizar entre una materia de la UTPL y una o más materias externas pero no viceversa.

⁵ No se menciona nombres por conservar la privacidad de las personas.

Respecto a esta información se obtiene la siguiente regla:

Si el porcentaje de similitud es mayor o igual al 80%

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada

3.3.2 Carrera de Sistemas Informáticos y Computación.

En la entrevista al Fiscal Dos⁶, en el proceso que realiza para las revalidaciones, debe existir un porcentaje de similitud de contenidos que es del 80% o superior, no considera como una restricción el año de estudio, simplemente se analiza el contenido; además se revisa el número de horas de la materia externa y este debe cumplir al menos el 90% de las horas que se dictan en la materia a revalidar de la UTPL; en el caso de que la universidad de la que procede el estudiante trabaja con el sistema de créditos, entonces se considera este parámetro y según su criterio si el número de créditos de la materia externa es inferior a los créditos de la materia de la UTPL la revalidación no procede. La revalidación se realiza entre una materia UTPL y una o más materias externas; con respecto a la categoría de la universidad procedente si esta es D o E, procede de igual manera la revisión para realizar la revalidación.

Se puede obtener las siguientes reglas:

Si el porcentaje de similitud es mayor o igual al 80%

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada

⁶ No se menciona nombres por conservar la privacidad de las personas.

Si el porcentaje del número de horas de la materia externa es mayor o igual a 90

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada.

Si el número de créditos de la materia externa es mayor o igual al número de créditos de la materia UTPL

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada.

En cuanto al criterio del Fiscal Dos, de igual manera considera el porcentaje de similitud que sea igual o mayor al 80% entre contenidos de las materias, el número de horas como segundo parámetro relevante el cual debe cumplir con 90% como mínimo de las horas en la materia de la UTPL, en el caso de que la universidad de donde procede el estudiante trabaja con el sistema de créditos, se considera este parámetro y si es inferior a los créditos de la materia UTPL no procede pero se asigna como complementaria en el caso de que dicha asignatura pertenezca al área de la carrera o como libre configuración de acuerdo al criterio del fiscal; además si la nota es inferior al 75% con respecto a la equivalencia de la universidad externa, no procede la revalidación, pero de igual manera el fiscal la puede considerar como materia complementaria o de libre configuración. Además la revalidación se puede realizar entre una materia UTPL y una o más materias externas.

Se puede obtener las siguientes reglas:

Si el porcentaje de similitud es mayor o igual al 80%

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada

Si el porcentaje del número de horas de la materia externa es mayor o igual a 90

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada.

Si el número de créditos de la materia externa es mayor o igual al número de créditos de la materia UTPL

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada.

Si el porcentaje de la nota de la materia externa es mayor o igual al 75%

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada.

El Fiscal Tres, de igual manera aplica como parámetro relevante el porcentaje de similitud entre contenidos que será igual o mayor al 80%, en cuanto a las horas de clase de acuerdo a su criterio considera que las materias externas deben tener como mínimo 80% de horas clase con respecto a la materia a revalidar, no se basa en el último año de estudio ni tampoco en los créditos para realizar el trámite de revalidación, simplemente en el contenido. El trámite de revalidación únicamente se puede realizar entre una materia UTPL y una o más materias externas, y en el caso de que una materia no se dicte en la carrera a seguir, se la considera como libre configuración o complementaria de acuerdo al criterio al criterio del fiscal.

Se puede obtener las siguientes reglas:

Si el porcentaje de similitud es mayor o igual al 80%

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada

Si el porcentaje del número de horas de la materia externa es mayor o igual a 80

Entonces procede la revalidación

Si no la revalidación es rechazada.

3.4 Modelo empresarial

Permite comprender detalladamente como se realiza las operaciones dentro de la empresa, se definen ciertos componentes y cada uno de ellos representa algunos aspectos de la empresa. En este caso se definen estos componentes enfocados en el proceso de revalidaciones de la UTPL.

❖ Objetivos y problemas

Los objetivos son:

- Mejorar el proceso de revalidaciones para satisfacer la demanda de estudiantes.
- Obtener resultados precisos aplicando las reglas de negocio correspondientes.

Los problemas:

- Demasiado tiempo en la realización del proceso.
- Variación de criterios para establecer las materias a revalidar.

❖ **Proceso de revalidaciones académicas y actores involucrados.**

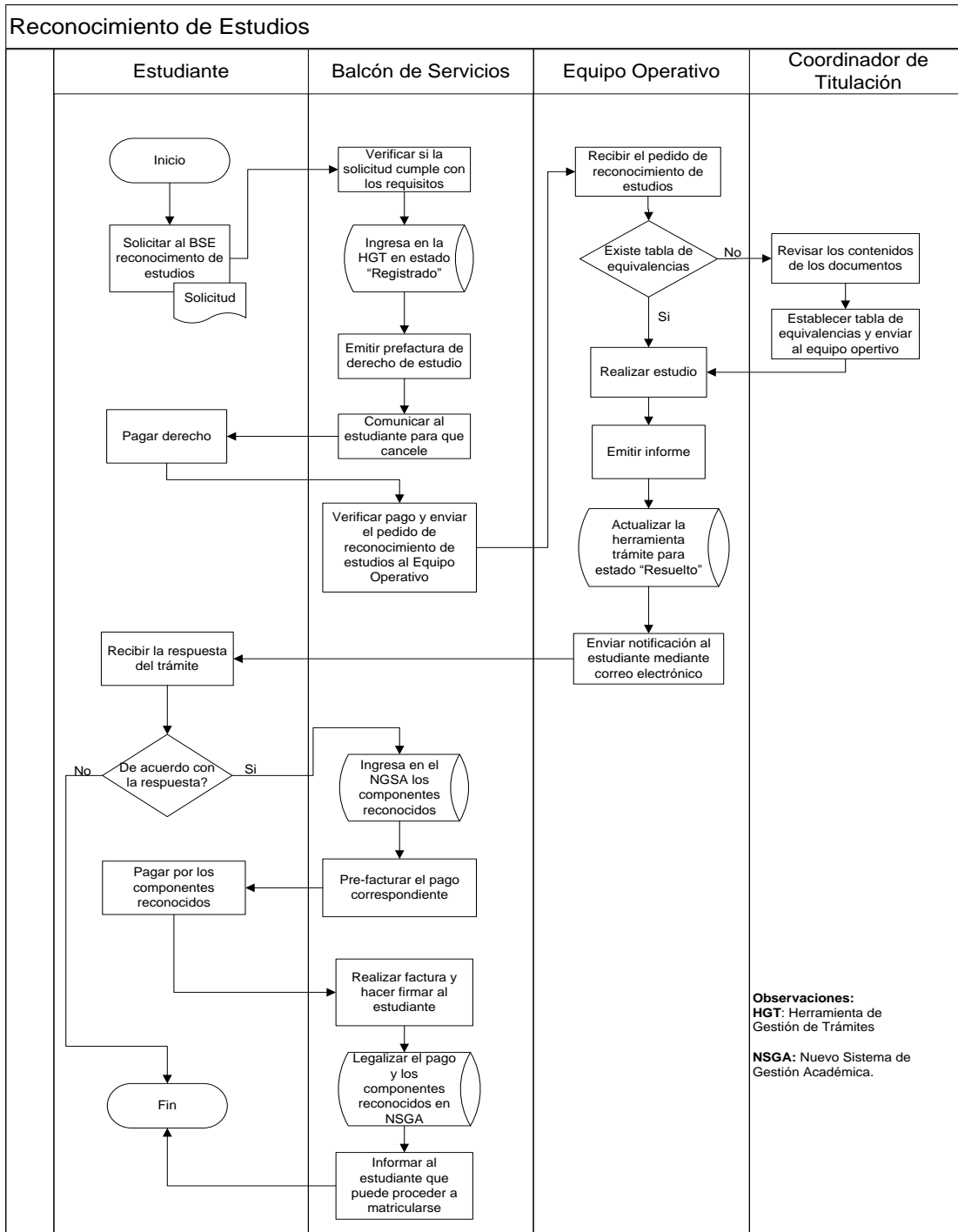


Figura 10. Proceso para el trámite de revalidaciones UTPL.

Fuente: Dirección de procesos.

❖ Reglas de negocio

Mediante el modelado de las reglas se puede comprender fácilmente cada una de ellas, se especifica las entradas que se requiere, las validaciones correspondientes y una salida como resultado final. Se ha definido las siguientes reglas en base a las entrevistas realizadas a los fiscales de la carrera de Sistemas Informáticos y de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones:

- Si el porcentaje de similitud de contenidos entre la materia externa y la materia UTPL es mayor o igual al 80% se realiza la verificación del parámetro de horas clase, caso contrario el reconocimiento de estudios es rechazado.

Se identifica los siguientes elementos:

- Entidades involucradas: Materia UTPL
- Parámetros involucrados: porcentaje similitud
- Validaciones a realizar: si porcentaje similitud \geq 80%
- Acción a tomar: ejecutar la regla “verificación del parámetro de horas clase”
- Caso alterno: establecer resolución a rechazada.

Descripción de regla			Criterios de validación (IF)					Acción (THEN)					observaciones
id	nombre regla	descripción	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	
RN_001	Validación porcentaje similitud	Si el porcentaje de similitud de contenidos entre la materia externa y la materia UTPL es mayor o igual al 80% se realiza la verificación de horas clase, caso contrario el reconocimiento de estudios es rechazado.	Materia_UTPL	porcentaje_similitud	\geq	80		RN_002					
								ELSE	Resolución	mensaje		rechazado	

- Si el parámetro de horas clase de la materia externa contiene un valor de 0, entonces la resolución pasa a un estado pendiente para que sea revisado por el fiscal, caso contrario se verifica el número de horas clase.

Se identifica los siguientes elementos:

- Entidades involucradas: Materia Externa
- Parámetros involucrados: horas externa
- Validaciones a realizar: si horas externa = 0
- Acción a tomar: establecer resolución a pendiente.
- Caso alterno: ejecutar la regla “verificación del número de horas clase”

Descripción de regla			Criterios de validación (IF)					Acción (THEN)					observaciones
id	nombre regla	descripción	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	
RN_002	Verificación del parámetro horas clase	Si el parámetro de horas clase de la materia externa contiene un valor de 0, entonces la resolución pasa a un estado pendiente para que sea revisado por el fiscal, caso contrario se verifica el número de horas clase.	Materia_ Externa	horas_ext erna	=	0		Resolución	mensaje		pendiente		En el caso de que la condición no se cumpla se ejecuta la regla RN_003
							ELSE	RN_003					

- Validar si las horas de la materia externa cumple con el 90% de las horas clase que se dictan en la materia UTPL, entonces se revisa el número de créditos, caso contrario la resolución tiene el estado pendiente.

Se identifica los siguientes elementos:

- Entidades involucradas: Materia Externa
- Parámetros involucrados: horas externa
- Validaciones a realizar: si porcentaje horas externa >= 90%
- Acción a tomar: ejecutar la regla “verificación del parámetro de créditos”
- Caso alterno: establecer la resolución a pendiente.

Descripción de regla			Criterios de validación (IF)					Acción (THEN)					observaciones	
id	nombre regla	descripción	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador		
RN_003	Verificación número de horas clase	Validar si las horas de la materia externa cumple con el 90% de las horas clase que se dictan en la materia UTPL, entonces se revisa el número de créditos, caso contrario la resolución tiene el estado pendiente.	Materia_Externa	horas_externa	>=	90		RN_004						En el caso de que la condición se cumpla se ejecuta la regla RN_004
							ELSE	Resolución	mensaje		pendiente			

- Si el parámetro de créditos de la materia externa contiene un valor 0, entonces se verifica la nota de la materia externa, caso contrario se verifica el número de créditos.

Se identifica los siguientes elementos:

- Entidades involucradas: Materia Externa
- Parámetros involucrados: créditos externa.
- Validaciones a realizar: si créditos externa = 0
- Acción a tomar: ejecutar la regla “verificación de la nota materia externa”.
- Caso alternativo: ejecutar la regla “verificación número de créditos”.

Descripción de regla			Criterios de validación (IF)				Acción (THEN)					observaciones	
id	nombre regla	descripción	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor		operador
RN_004	Verificación del parámetro de créditos	Si el parámetro de créditos de la materia externa contiene un valor 0, entonces se verifica la nota de la materia externa, caso contrario se verifica el número de créditos.	Materia_Externa	créditos_externa	=	0		RN_006					si la condición es verdadera, se ejecuta la regla RN_006, caso contrario la regla RN_005
								ELSE	RN_005				

- Cuando el número de créditos de la materia externa sea mayor o igual a los créditos de la materia de la UTPL, entonces se verifica la nota de la materia externa, caso contrario la resolución del reconocimiento de estudios se establece como pendiente.

Se identifica los siguientes elementos:

- Entidades involucradas: Materia Externa, Materia UTPL
- Parámetros involucrados: créditos externa, créditos utpl.
- Validaciones a realizar: si créditos externa >= créditos utpl.
- Acción a tomar: ejecutar la regla “verificación de la nota materia externa”
- Caso alterno: establecer resolución a pendiente.

Descripción de regla			Criterios de validación (IF)					Acción (THEN)					observaciones	
id	nombre regla	descripción	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador		
RN_005	Verificación número de créditos	Cuando el número de créditos de la materia externa sea mayor o igual a los créditos de la materia de la UTPL, entonces se verifica la nota de la materia externa, caso contrario la resolución del reconocimiento de estudios se establece como pendiente.	Materia_Externa	créditos_externa	>=			RN_006						si se cumple la condición se ejecuta la regla RN_006.
			Materia_UTPL	créditos_utpl			ELSE	Resolución	mensaje		pendiente			

- En el caso de que la nota de la materia externa sea mayor o igual al 75%, se estable la resolución a aprobada, caso contrario se establece la resolución a pendiente.

Se identifica los siguientes elementos:

- Entidades involucradas: Materia Externa
- Parámetros involucrados: nota externa
- Validaciones a realizar: si la nota externa >= 75%
- Acción a tomar: establecer resolución a aprobada.
- Caso alterno: establecer resolución a pendiente.

Descripción de regla			Criterios de validación (IF)					Acción (THEN)					observaciones
id	nombre regla	descripción	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	objetos de negocio	atributo	operador lógico	valor	operador	
RN_006	Verificación de la nota materia externa.	Si la nota de la materia externa es mayor o igual al 75%, se establece la resolución a aprobada, caso contrario se establece la resolución a pendiente	Materia_Externa	nota_externa	>=	75%		Resolución	mensaje		aprobada		
							ELSE	Resolución	mensaje		pendiente		

❖ **Parámetros para las reglas de negocio**

Se ha considerado los siguientes parámetros para establecer las reglas y verificar si una revalidación procede o no.

Datos de trámite

➤ **Id trámite**

Es la identificación del trámite que ingresa para ser revisado y aplicar las reglas de negocio correspondientes.

➤ **Nombres**

Los nombres completos del estudiante.

➤ **Apellidos**

Apellidos completos del estudiante

➤ **Cédula**

Número de cédula del estudiante.

➤ **Universidad**

El nombre de la universidad de la cual procede el estudiante.

➤ **Carrera externa**

Es la carrera que el estudiante cursó en la universidad de la que proviene.

➤ **Carrea UTPL**

Es la carrera de la UTPL en la cual el estudiante solicita matricularse.

➤ **Modalidad de estudios**

La modalidad puede ser: presencial y distancia.

➤ **Materia externa**

Es el nombre de la materia de la universidad externa.

➤ **Créditos externa**

Se completará este campo en el caso de que la universidad de la cual proviene el estudiante, trabaje con el sistema de créditos; de lo contrario se asignará un 0.

➤ **Horas externa**

Son las horas de clase de la materia de la universidad externa, en el caso de que no exista este dato se asignará un 0.

➤ **Nota externa**

Es la nota con la que el estudiante aprobó la materia externa

➤ **Equivalencia**

Es la nota máxima para aprobar una materia en la universidad de la que procede el estudiante.

➤ **Programa académico**

Es la carrera de la UTPL que eligió el estudiante.

➤ **Materia UTPL**

El nombre de la materia que se dicta en la carrera de la UTPL con la que tiene similitud una o más asignaturas de la universidad externa de la que proviene el estudiante.

➤ **Tipo materia**

Cada materia de la UTPL pertenece a un grupo que puede ser: troncales, genéricas, libre configuración, complementarias.

➤ **Créditos UTPL**

Los créditos representan una unidad de medida de acuerdo a las horas de estudio de una materia.

➤ **Horas UTPL**

Es el número de horas de clases de cada materia que se dicta en la UTPL.

➤ **Porcentaje similitud**

Es el porcentaje de similitud de contenidos que existe entre una o más materias de la universidad externa con una materia de la UTPL.

CAPITULO 4: IMPLEMENTACIÓN DE REGLAS DE NEGOCIO

4.1 Arquitectura lógica

Al contar con el componente *procesador automático de trámites* se obtiene la información que se requiere para proceder a aplicar las reglas de negocio evaluando los parámetros necesarios mediante el motor de reglas de negocio, y generando un listado de las materias revalidadas y no revalidadas.

Para obtener la información necesaria y aplicar las reglas de negocio, se considera como alternativa ingresar mediante un formulario los datos del trámite de reconocimiento de estudios, datos de las materias externas y materias UTPL que tienen similitud de contenidos, obteniendo la información de las materias UTPL a través de una base de datos, con esta información de entrada se genera un archivo XML para aplicar las reglas de negocio mediante el motor de reglas evaluando los parámetros necesarios al realizar el proceso de revalidaciones, que determinan las materias a revalidarse, generando un archivo XML con las materias aprobadas y otro con las materias pendientes, los mismos que se visualizarán mediante un reporte; en el caso de las materias con resolución pendiente serán revisadas por el fiscal, y posteriormente podrán ser almacenadas en el sistema de gestión académica.

Capa de interfaces

Se encuentra un formulario en el cual se ingresa la información que se requiere para realizar el proceso de revalidación.

- **Formulario ingreso de datos:** se ingresa los datos del trámite de reconocimiento de estudios, materias externas y desde un archivo Excel se obtienen los datos de materias UTPL al seleccionar el programa académico en el que desea matricularse el estudiante y posteriormente la materia UTPL, presentándose automáticamente la información de la materia.

Tabla 3. Parámetros de trámite

TRAMITE	
ID TRAMITE	20450
NOMBRES ESTUDIANTE	DIANA ELIZABETH

APELLIDOS ESTUDIANTE	APOLO ESPINOZA
CEDULA	1104673241
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE QUITO
CARRERA EXTERNA	INGENIERIA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y COMPUTACIÓN
CARRERA UTPL	CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
MODALIDAD DE ESTUDIOS	PRESENCIAL

Tabla 4. Parámetros de materia externa

MATERIA EXTERNA	
NOMBRE EXTERNA	MATEMÁTICA
CRÉDITOS EXTERNA	3
HORAS EXTERNA	70
NOTA EXTERNA	35
EQUIVALENCIA	40

Tabla 5. Parámetros de materia UTPL

MATERIA UTPL	
PROGRAMA ACADÉMICO	INFORMÁTICA ECTS
NOMBRE UTPL	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS
TIPO UTPL	GENÉRICA
CRÉDITOS UTPL	3
HORAS UTPL	72
PORCENTAJE SIMILITUD	90

Capa de aplicación

Con la información de entrada se genera un archivo XML para evaluar los parámetros requeridos aplicando las reglas de negocio y se obtiene un reporte de las materias que se han revalidado y las materias con resolución pendiente.

- **Archivo trámite:** contiene la información que se ingresa en el formulario: datos del trámite, datos de materias externas y materias UTPL con similitud de contenidos. El formato es el siguiente:

```
<PROCESO>
```

```
<TRAMITE      ID_TRAMITE="12810"      NOMBRE_ESTUDIANTE="LUIS      GUSTAVO"
APELLIDO_ESTUDIANTE="AYALA      TERÁN"      CEDULA_ESTUDIANTE="0400659058"
UNIVERSIDAD="PONTIFICIA      UNIVERSIDAD      CATÓLICA      DEL      ECUADOR"
CARRERA_EXT="INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN" CARRERA_UTPL="INFORMÁTICA
ECTS" MODALIDAD_UTPL="DISTANCIA" />
```

```
<CONVALIDAR>
```

```
<MATERIAS>
```

```
<MATERIA_EXT  MAT_EXTERNA="MATEMÁTICAS  DISCRETAS"  CREDITOS_EXT="4"
HORAS_EXT="76" NOTA_EXT="50" EQUIVALENCIA="50" />
```

```
<MATERIA_UTPL      PROGRAMA_ACADEMICO="INFORMATICA      ECTS"
MAT_UTPL="MATEMÁTICAS  DISCRETAS"  TIPO_UTPL="FORMACIÓN  BÁSICA"
CREDITOS_UTPL="4" HORAS_UTPL="128" PORCENTAJE_SIMILITUD="80" />
```

```
</MATERIAS>
```

```
</CONVALIDAR>
```

```
<CONVALIDAR>
```

```
<MATERIAS>
```

```
<MATERIA_EXT  MAT_EXTERNA="SISTEMAS  OPERATIVOS  "  CREDITOS_EXT="4"
HORAS_EXT="0" NOTA_EXT="48" EQUIVALENCIA="50" />
```

```
<MATERIA_UTPL PROGRAMA_ACADEMICO="INFORMATICA ECTS" MAT_UTPL="SISTEMAS
OPERATIVOS" TIPO_UTPL="TRONCALES DE CARRERA" CREDITOS_UTPL="4"
HORAS_UTPL="128" PORCENTAJE_SIMILITUD="50" />
```

```
</MATERIAS>
```

```
<MATERIAS>
```

```
<MATERIA_EXT MAT_EXTERNA="ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE REDES"
CREDITOS_EXT="6" HORAS_EXT="96" NOTA_EXT="48" EQUIVALENCIA="50" />
```

```
<MATERIA_UTPL PROGRAMA_ACADEMICO="INFORMATICA ECTS" MAT_UTPL="SISTEMAS
OPERATIVOS" TIPO_UTPL="TRONCALES DE CARRERA" CREDITOS_UTPL="4"
HORAS_UTPL="128" PORCENTAJE_SIMILITUD="40" />
```

```
</MATERIAS>
```

```
</CONVALIDAR>
```

```
</PROCESO>
```

La etiqueta principal es PROCESO, en la cual constan la etiqueta TRAMITE y CONVALIDAR.

Etiqueta TRÁMITE: se encuentran la información del estudiante que solicita el reconocimiento de estudios.

Etiqueta CONVALIDAR: se encuentran la etiqueta MATERIAS, y puede registrarse una o más materias externas que tengan similitud con una materia de la UTPL.

Etiqueta MATERIAS: constan los datos de la materia externa y materia UTPL, las mismas que tienen similitud en contenidos.

- **Reglas de negocio:** son las reglas que se aplican para realizar el proceso de revalidación, considerando algunos parámetros necesarios que se obtienen del *archivo trámite*. (Ver sección 4.4.4)
- **Reportes:** se visualizará la información del estudiante con el listado de materias externas y materias UTPL que se han revalidado, porcentaje de similitud, tipo de materia y resolución; además el listado de las materias que no se han revalidado incluyendo la resolución con el nombre de la regla de negocio que no se aprobó. Este reporte será

revisado por un fiscal y puede almacenarse esta información en el sistema académico. En el caso de que se cuente con el componente *Procesador automático de trámites*, entonces este se encargará de enviar la información obtenida de las revalidaciones al sistema académico.

Capa motor de reglas iLog

Ejecuta las reglas de negocio, generando un archivo XML con las materias revalidadas y otro archivo con las materias pendientes.

- **Archivo materias aprobadas:** contiene las materias aprobadas es decir las que se han revalidado, se incluye la resolución con el mensaje "APROBADO" en cada una de las materias, y también el nombre de la regla última regla que ha sido validada.

El formato es el siguiente:

<PROCESO>

```
<TRAMITE ID_TRAMITE="12810" TIPO_TRAMITE="REVALIDACIÓN" NOMBRE_ESTUDIANTE="LUIS
GUSTAVO" APELLIDO_ESTUDIANTE="AYALA TERÁN" CEDULA_ESTUDIANTE="0400659058"
UNIVERSIDAD="PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR"
CARRERA_EXT="INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN" CARRERA_UTPL="INFORMÁTICA
ECTS" MODALIDAD_UTPL="DISTANCIA" />
```

<MATERIAS>

```
<MATERIA_EXT MAT_EXTERNA="MATEMÁTICAS DISCRETAS" CREDITOS_EXT="4"
HORAS_EXT="76" NOTA_EXT="50" EQUIVALENCIA="50" />
```

```
<MATERIA_UTPL PROGRAMA_ACADEMICO="INFORMATICA ECTS"
MAT_UTPL="MATEMÁTICAS DISCRETAS" TIPO_UTPL="FORMACIÓN BÁSICA"
CREDITOS_UTPL="4" HORAS_UTPL="128" PORCENTAJE_SIMILITUD="80" />
```

```
<RESOLUCION MENSAJE="APROBADO" />
```

```
<REGLA NOMBRE_REGLA="NOTA" />
```

</MATERIAS>

<MATERIAS>

```
<MATERIA_EXT MAT_EXTERNA=" PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA " CREDITOS_EXT="4"
HORAS_EXT="64" NOTA_EXT="46" EQUIVALENCIA="50" />
```

```
<MATERIA_UTPL          PROGRAMA_ACADEMICO="INFORMATICA          ECTS"
MAT_UTPL="ESTADÍSTICA" TIPO_UTPL="GENÉRICAS DE CARRERA" CREDITOS_UTPL="6"
HORAS_UTPL="192" PORCENTAJE_SIMILITUD="80" />
```

```
<RESOLUCION MENSAJE="APROBADO" />
```

```
<REGLA NOMBRE_REGLA="NOTA" />
```

```
</MATERIAS>
```

```
</PROCESO>
```

- **Archivo materias pendientes:** contiene las materias que no se han revalidado, incluyendo la resolución con el mensaje “PENDIENTE” y el nombre de la regla que no se aprobó.

```
<PROCESO>
```

```
<TRAMITE ID_TRAMITE="12810" TIPO_TRAMITE="REVALIDACIÓN" NOMBRE_ESTUDIANTE="LUIS
GUSTAVO" APELLIDO_ESTUDIANTE="AYALA TERÁN" CEDULA_ESTUDIANTE="0400659058"
UNIVERSIDAD="PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR"
CARRERA_EXT="INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN" CARRERA_UTPL="INFORMÁTICA
ECTS" MODALIDAD_UTPL="DISTANCIA" />
```

```
<MATERIAS>
```

```
<MATERIA_EXTERNA MAT_EXTERNA="DESARROLLO ESPIRITUAL" CREDITOS_EXT="2"
HORAS_EXT="0" NOTA_EXT="42" EQUIVALENCIA="50" />
```

```
<RESOLUCION_RECHAZADA MENSAJE="RECHAZADO" />
```

```
<REGLA_RECHAZADA NOMBRE_REGLA="PORCENTAJE" />
```

```
</MATERIAS>
```

```
<MATERIAS>
```

```
<MATERIA_EXTERNA MAT_EXTERNA="DOCTRINAS SOCIALES" CREDITOS_EXT="2"
HORAS_EXT="0" NOTA_EXT="35" EQUIVALENCIA="50" />
```



```
<RESOLUCION_RECHAZADA MENSAJE="RECHAZADO" />

<REGLA_RECHAZADA NOMBRE_REGLA="PORCENTAJE" />

</MATERIAS>

<MATERIAS>

  <MATERIA_EXTERNA MAT_EXTERNA="ÉTICA PROFESIONAL" CREDITOS_EXT="2"
  HORAS_EXT="0" NOTA_EXT="46" EQUIVALENCIA="50"/>

  <RESOLUCION_RECHAZADA MENSAJE="PENDIENTE" />

  <REGLA_RECHAZADA NOMBRE_REGLA="NO EXISTE HORAS" />

</MATERIAS>

</PROCESO>
```

Con esta información del archivo de materias aprobadas y el archivo de materias pendientes que se encuentran en formato XML, se obtiene un reporte en el cual constan los datos del estudiante junto con las materias que se han revalidado y otro reporte de las materias que no han sido revalidadas.

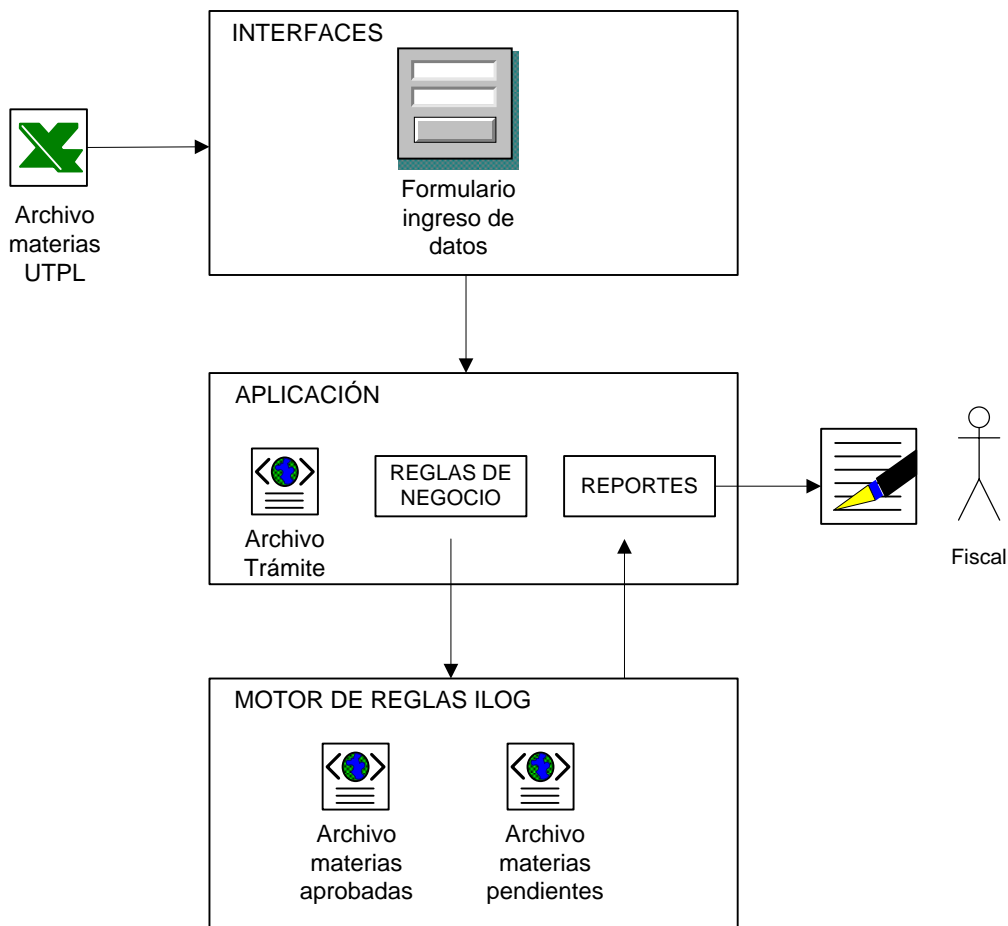


Figura 11. Arquitectura lógica para el proceso de revalidaciones académicas

4.2 Arquitectura de implantación

En el tema propuesto por la Sección Departamental de Ingeniería de Software y Gestión de TI, inicialmente el motor de reglas se integra con el procesador automático de tramites académicos, que se encargaba de verificar si el trámite ingresado ya se ha realizado para una universidad o un plan académico determinado entonces se tramita automáticamente; y en el caso de que sean trámites nuevos serán procesados por el motor de reglas de negocio, y el procesador automático procede a notificar los resultados al sistema de gestión de académica.

Para poder aplicar las reglas de negocio se debería crear una aplicación web que permita al usuario ingresar los datos del trámite, los datos de la materia externa y materia UTPL que tengan similitud de contenidos, con esta información se genera un archivo en formato xml y se procede a ejecutar las reglas de negocio utilizando iLog Rules for .Net, validando ciertos

parámetros y obteniendo un reporte con el listado de materias revalidadas y el listado de materias que no se han revalidado.

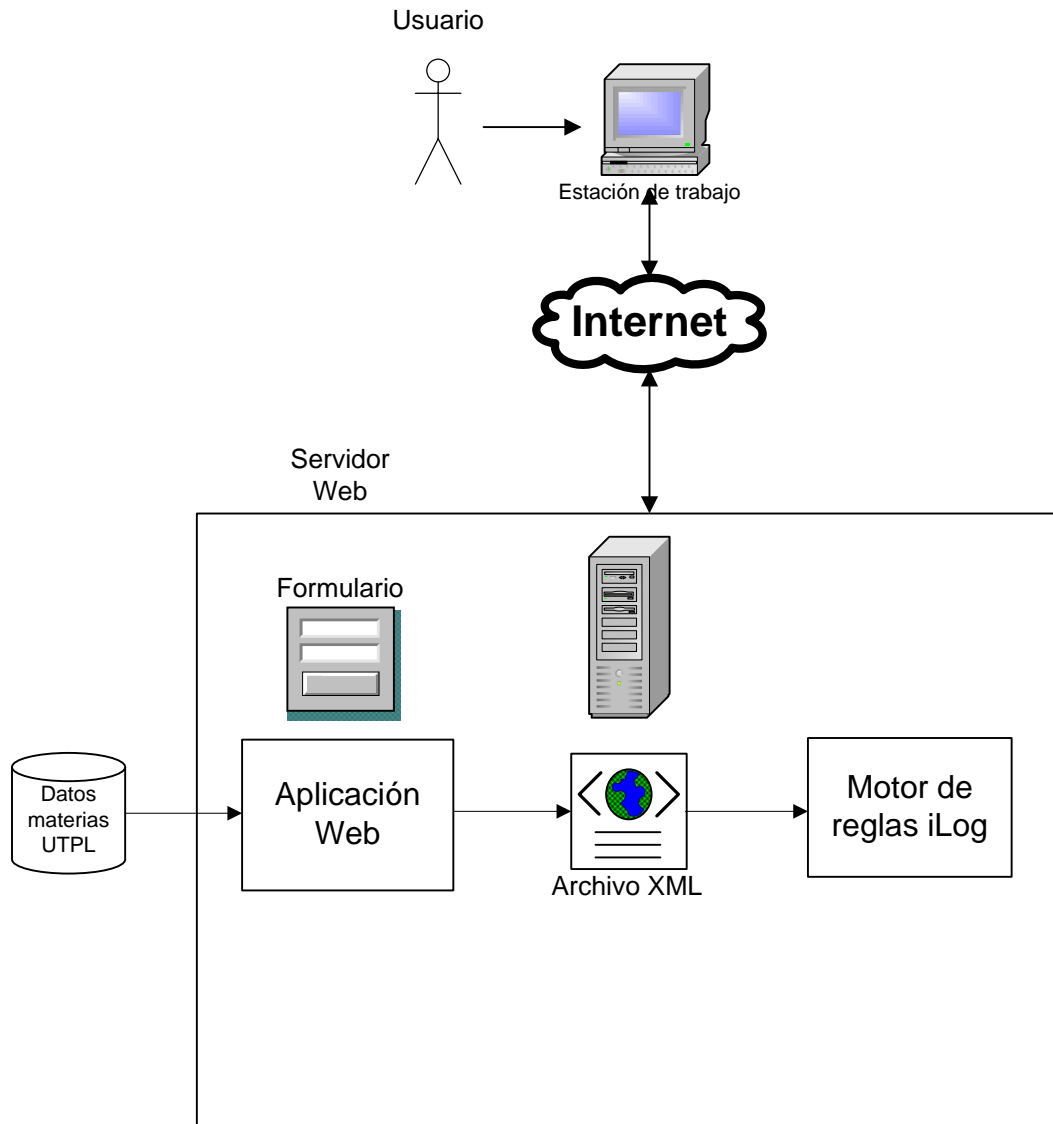


Figura 12. Arquitectura de implantación para el proceso de revalidaciones académicas

4.3 Instalación de ILOG Rules for .NET

Se realizará la instalación del motor de reglas ILOG Rules for .NET en base a los siguientes requisitos:

- Sistema operativo: Microsoft Windows 7
- Hardware: Intel Pentium 2.4 GHz, 3 GB de RAM
- .NET Framework 4.0
- Visual Studio 2010

Los componentes de ILOG que se procedió a instalar son: Rule Studio for .NET, Rule Execution Server for .NET.

4.4 Definición de elementos en las reglas de negocio.

4.4.1 Librería de clases

Es necesario crear una proyecto de librería de clases, el cual consta de 3 clases: trámite, materia externa, materia utpl; en cada una se especifica los parámetros que ingresan y se utilizarán para la definición de las reglas de negocio, y de esta manera se puede generar el BOM (Business Objet Model), que permite crear un vocabulario con cada uno de los parámetros, y este se utiliza para definir las reglas de negocio de una manera más sencilla.

La clase *Trámite* consta de los siguientes parámetros:

- Id tramite
- Nombre estudiante
- Apellido estudiante
- Cédula
- Universidad
- Carrera Externa
- Carrera Utpl
- Modalidad Utpl

La clase *Materia Externa* consta de los siguientes:

- Nombre materia
- Créditos externa
- Horas externa
- Nota externa
- Equivalencia

La clase *Materia Utpl* consta de los siguientes:

- Programa academico
- Nombre utpl
- Tipo utpl
- Créditos utpl
- Horas utpl
- Porcentaje similitud

4.4.2 BOM (Business Object Model)

EL BOM es el vocabulario que se crea para definir las reglas de negocio, para generarlo se utiliza la librería de clases la cual incluye los parámetros que se utilizarán en la creación de las reglas.

El formato del BOM es el siguiente:

{créditos utpl} of {this}

- {créditos utpl}: es el nombre del parámetro que se utilizará en las reglas de negocio.
- {this}: se refiere a la clase *Materia Utpl* donde se encuentra el parámetro *créditos utpl*.

Se genera el siguiente vocabulario a partir de los parámetros definidos en la librería de clases, que se utilizarán dentro de las reglas de negocio:

Tabla 6. Definición de parámetros y vocabulario

Parámetros	Vocabulario
Id trámite	El id del trámite
Nombre estudiante	El nombre estudiante
Apellido estudiante	El apellido estudiante
Cédula	La cédula de estudiante
Universidad	El nombre de la universidad externa

Carrera Externa	El nombre de la carrera de la universidad externa
Carrera Utpl	El nombre de la carrera Utpl
Modalidad Utpl	La modalidad de estudios
Nombre Mat	El nombre materia externa
Créditos Externa	Los créditos materia externa
Horas Externa	Las horas materia externa
Nota Externa	La nota materia externa
Equivalencia	Los créditos materia externa
Programa académico	El programa académico Utpl
Nombre Utpl	El nombre materia utpl
Tipo Utpl	El tipo materia utpl
Créditos Utpl	Los créditos materia utpl
Horas Utpl	Las horas materia utpl
Porcentaje Simil	El porcentaje similitud

4.4.3 Proyecto de reglas

Un proyecto de reglas contiene el conjunto de las reglas de negocio que se aplicarán para el proceso de revalidaciones; es importante que el proyecto haga referencia al BOM (Business Object Model), para poder utilizar el vocabulario en la creación de las reglas dentro del ámbito del proyecto.

En cada proyecto de regla se agrega la clase donde constan los parámetros que se utilizarán para la creación del conjunto de reglas, y estos pueden ser de tipo In (entrada), InOut (entrada y salida), Out (salida).

4.4.4 Reglas de negocio

Una regla de negocio es una condición que se establece para validar un conjunto de datos de entrada, y se realiza una acción en el caso de que la condición sea verdadera y otra acción en el caso de ser falsa. Se define cada una utilizando el vocabulario creado en el BOM.

Las reglas que se han creado son:

➤ Para validar porcentaje

si el porcentaje similitud de 'materia_utpl' es mayor o igual que 80
entonces 'materia_utpl' .AgregarMensaje("APROBADO","PORCENTAJE") ;
sino 'materia_utpl' .AgregarMensaje("RECHAZADO","PORCENTAJE") ;

- *Porcentaje similitud*: es el nombre del parámetro de entrada.
- *Materia utpl*: es el nombre de la clase donde se encuentra el parámetro.
- *Agregar mensaje*: es un método que se utiliza para fijar el mensaje de la resolución y el nombre de la regla dentro del archivo xml.

➤ Comprobar el parámetro de horas clase

si el horas externa de materia_externa es mayor que 0
entonces materia_utpl .AgregarMensaje ("APROBADO","EXISTE HORAS");
sino materia_utpl .AgregarMensaje ("PENDIENTE","NO EXISTE HORAS");

➤ Validar el número de horas clase

si el horas externa de 'materia_externa' es mayor que 89
entonces 'materia_utpl' .AgregarMensaje ("APROBADO","HORAS");
sino 'materia_utpl' .AgregarMensaje("PENDIENTE","HORAS") ;

➤ Comprobar el parámetro de créditos

si el créditos externa de 'materia_externa' es mayor que 0
entonces 'materia_utpl' .AgregarMensaje("APROBADO","EXISTE CREDITOS");
sino 'materia_utpl' .AgregarMensaje("PENDIENTE","NO EXISTE CREDITOS") ;

➤ Validar el número de créditos

si el credits externa de 'materia_externa' es mayor o igual que el credits utpl of 'materia_utpl'

entonces 'materia_utpl' .AgregarMensaje("APROBADO","CREDITOS");

sino 'materia_utpl' .AgregarMensaje("PENDIENTE","CREDITOS");

➤ Validar la nota

si ((la nota externa de 'materia_externa' * 100) / la equivalencia de materia_externa) es mayor o igual que 75

entonces 'materia_utpl' .AgregarMensaje("APROBADO","NOTA");

sino 'materia_utpl' .AgregarMensaje("PENDIENTE","NOTA");

4.4.5 Flujo de reglas

Permite indicar el orden en el cual se ejecutan las reglas, en cada tarea se incluye la regla que se debe ejecutar y se establecen ciertas condiciones que determinan si el proceso de ejecución continúa a la siguiente regla o finaliza.

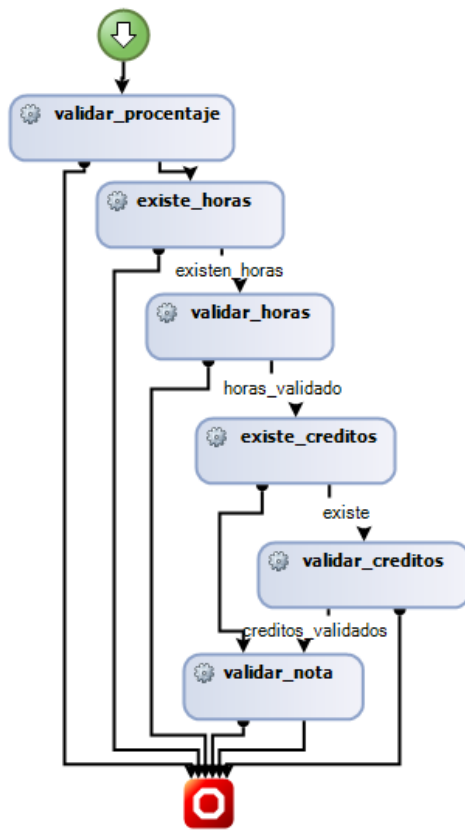


Figura 13. Flujo de reglas para realizar las revalidaciones académicas

4.4.6 Reportes

Mediante la herramienta Crystal Reports que se integra en visual studio, se genera los reportes estableciendo el formato que se requiere y se obtiene la información desde los archivos de materias aprobadas y rechazadas que se encuentran en formato xml. En el encabezado se encuentra la información del estudiante y a continuación el listado de materias aprobadas, y también el reporte de materias rechazadas.

Buscar... 1 de 1 100% SAP CRYSTAL REPORTS®

Informe principal



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

Matriz - Barrio San Cayetano s/n
PBX(593-7)2570275 - FAX(593-7)2584893
E-mail: info@utpl.edu.ec - www.utpl.edu.ec
Loja - Ecuador

INFORME DE RESULTADOS DE RECONOCIMIENTO DE ESTUDIOS

Loja9 de septiembre de 2013 N° SOLICITUD: 12810

Sr.(a)/Srta. LUIS GUSTAVO AYALA TERÁN

Presente.-

Revisados y analizados los programas de los componentes educativos aprobados por LUIS GUSTAVO AYALA TERÁN, con identificación 0400659058, aprobadas en la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR en el programa académico INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN y solicitado se reconozca en el programa académico INFORMÁTICA ECTS se realiza el estudio de REVALIDACIÓN en el programa académico de INFORMÁTICA ECTS en la modalidad de estudios DISTANCIA, obteniendo los siguientes resultados:

COMPONENTE EDUCATIVO	% EQUIV.	GRUPO	UNIDAD DE RECONOCIMIENTO	OBSERVACION
MATEMÁTICAS DISCRETAS	80	FORMACIÓN BÁSICA	MATEMÁTICAS DISCRETAS	APROBADO
PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	80	GENÉRICA	ESTADÍSTICA	APROBADO
INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA	80	TRONCAL	FUNDAMENTOS INFORMÁTICOS	APROBADO

Figura 14. Formato del reporte de revalidaciones

4.5 Escenario de prueba

Se analiza un trámite de reconocimiento de estudios solicitado por un estudiante de la Universidad Católica del Ecuador en el programa académico INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN, para realizar la revalidación con el programa académico INFORMÁTICA ECTS, evaluando en cada materia los parámetros establecidos en las reglas de negocio. Para ello se considera una o varias materias externas con una materia UTPL que tienen similitud de contenidos, con los parámetros correspondientes de cada una. La información es la siguiente:

Tabla 7. Datos de materias para reconocimiento de estudios

Nº	MATERIAS EXTERNAS	CRÉDITOS	HORAS	NOTA	EQUIVA- LENCIA	MATERIAS UTPL	TIPO MATERIA	CRÉDITOS	HORAS	% SIMILITUD
1	DESARROLLO ESPIRITUAL	2	0	42	50	JORNADA DE INVESTIGACIÓN TEMÁTICA Y FORMACIÓN ESPIRITUAL (LA CREDIBILIDAD)	FORMACIÓN BÁSICA	2	64	50
2	DOCTRINAS SOCIALES	2	0	35	50	JORNADA DE INVESTIGACIÓN TEMÁTICA Y FORMACIÓN ESPIRITUAL (LA CREDIBILIDAD)	FORMACIÓN BÁSICA	2	64	30
3	ÉTICA PROFESIONAL	2	0	46	50	ÉTICA	FORMACIÓN BÁSICA	4	128	90
4	MATEMÁTICAS DISCRETAS	4	120	50	50	MATEMÁTICAS DISCRETAS	FORMACIÓN BÁSICA	4	128	80
5	SISTEMAS OPERATIVOS	4	0	48	50	SISTEMAS OPERATIVOS	TRONCALES DE CARRERA	4	128	50
6	ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE REDES	6	96	48	50	SISTEMAS OPERATIVOS	TRONCALES DE CARRERA	4	128	40
7	CONTABILIDAD GENERAL	4	120	47	50	CONTABILIDAD	GENÉRICAS DE CARRERA	4	128	80
8	CÁLCULO	6	180	38	50	CÁLCULO	GENÉRICAS DE CARRERA	6	192	80
9	ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS	2	32	50	50	ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL	GENÉRICAS DE CARRERA	4	128	40
10	GESTIÓN EMPRESARIAL	0	90	48	50	ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL	GENÉRICAS DE CARRERA	4	128	50
11	TEORÍA DE BASE DE DATOS	6	0	50	50	FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS	TRONCALES DE CARRERA	4	128	30
12	APLICACIÓN DE BASE DE DATOS	6	0	50	50	FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS	TRONCALES DE CARRERA	4	128	40
13	ELECTIVA	4	96	50	50	FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS	TRONCALES DE CARRERA	4	128	20
14	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES	6	144	50	50	MÉTODOS CUANTITATIVOS	GENÉRICAS DE CARRERA	4	128	40
15	MÉTODOS NUMÉRICOS	4	56	38	50	MÉTODOS CUANTITATIVOS	GENÉRICAS DE CARRERA	4	128	50
16	ANÁLISIS DE SISTEMAS ORIENTADOS A DATOS	4	84	47	50	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE	TRONCALES DE CARRERA	4	128	35
17	ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS ORIENTADOS A OBJETOS	4	0	48	50	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE	TRONCALES DE CARRERA	4	128	35

18	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	4	76	50	50	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE	TRONCALES DE CARRERA	4	128	20
19	INTRODUCCIÓN A REDES DE COMPUTADORAS	4	0	50	50	FUNDAMENTOS DE REDES Y TELECOMUNICACIONES	TRONCALES DE CARRERA	4	128	20
20	HARDWARE DE REDES	2	48	50	50	FUNDAMENTOS DE REDES Y TELECOMUNICACIONES	TRONCALES DE CARRERA	4	128	40
21	REDES DE COMPUTADORAS Y TELECOMUNICACIONES	4	0	48	50	FUNDAMENTOS DE REDES Y TELECOMUNICACIONES	TRONCALES DE CARRERA	4	128	30
22	MATEMÁTICA PROGRESIVA	6	78	49	50	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS	GENÉRICAS DE CARRERA	5	160	30
23	GEOMETRÍA	5	100	39	50	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS	GENÉRICAS DE CARRERA	5	160	20
24	ÁLGEBRA LINEAL	4	0	47	50	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS	GENÉRICAS DE CARRERA	5	160	40
25	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	6	180	46	50	ESTADÍSTICA	GENÉRICAS DE CARRERA	6	192	80
26	INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA	4	64	39	50	FUNDAMENTOS INFORMÁTICOS	TRONCALES DE CARRERA	6	192	45
27	MANTENIMIENTO Y ENSAMBLAJE DE COMPUTADORES	4	85	39	50	FUNDAMENTOS INFORMÁTICOS	TRONCALES DE CARRERA	6	192	35
28	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	0	64	36	50	FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN	TRONCALES DE CARRERA	5	160	30
29	PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS	0	84	35	50	FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN	TRONCALES DE CARRERA	5	160	50
30	ESTRUCTURA DE DATOS LINEAL	4	0	39	50	ESTRUCTURA DE DATOS	TRONCALES DE CARRERA	5	160	40
31	ESTRUCTURA DE DATOS DINÁMICA	0	84	37	50	ESTRUCTURA DE DATOS	TRONCALES DE CARRERA	5	160	50

Al ejecutar las reglas de negocio definidas en la sección 4.4.4 se obtiene el reporte con las materias que se han revalidado, incluyendo el nombre de las materias externas y materias UTPL con el porcentaje de similitud, tipo de materia y la resolución de “APROBADO”.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja
INFORME DE RESULTADOS DE RECONOCIMIENTO DE ESTUDIOS

Matriz - Barrio San Cayetano s/n
PBX(593-7)2570275 - FAX(593-7)2584893
E-mail: info@utpl.edu.ec - www.utpl.edu.ec
Loja - Ecuador

Loja3 de noviembre de 2013

N° SOLICITUD: 12810

Sr.(a)/Srta. LUIS GUSTAVO AYALA TERÁN

Presente.-

Revisados y analizados los programas de los componentes educativos aprobados por LUIS GUSTAVO AYALA TERÁN , con identificación 0400659058, aprobadas en la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR en el programa académico INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN y solicitado se reconozca en el programa académico INFORMÁTICA ECTS se realiza el estudio de REVALIDACIÓN en el programa académico de INFORMÁTICA ECTS en la modalidad de estudios DISTANCIA, obteniéndose los siguientes resultados:

MATERIAS REVALIDADAS

MATERIAS EXTERNAS	% EQUIV.	TIPO MATERIA	MATERIAS UTPL	RESOLUCIÓN
MATEMÁTICAS DISCRETAS	80	FORMACIÓN BÁSICA	MATEMÁTICAS DISCRETAS	APROBADO
CONTABILIDAD GENERAL	80	GENÉRICAS DE CARRERA	CONTABILIDAD	APROBADO
CÁLCULO	80	GENÉRICAS DE CARRERA	CÁLCULO	APROBADO
PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	80	GENÉRICAS DE CARRERA	ESTADÍSTICA	APROBADO

Figura 15. Reporte materias revalidadas.

En el siguiente reporte se presenta las materias externas que no se han revalidado, incluyendo la resolución con el nombre de la regla que no se aprobó. Estos reportes serán revisados por un fiscal e ingresados al sistema académico.

MATERIAS NO REVALIDADAS

MATERIA EXTERNA	RESOLUCIÓN
DESARROLLO ESPIRITUAL	RECHAZADO POR PORCENTAJE
DOCTRINAS SOCIALES	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ÉTICA PROFESIONAL	RECHAZADO POR NO EXISTE HORAS
SISTEMAS OPERATIVOS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE REDES	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
GESTIÓN EMPRESARIAL	RECHAZADO POR PORCENTAJE
TEORÍA DE BASE DE DATOS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
APLICACIÓN DE BASE DE DATOS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ELECTIVA	RECHAZADO POR PORCENTAJE
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES	RECHAZADO POR PORCENTAJE

Figura 16. Reporte 1 de materias no revalidadas.

MATERIA EXTERNA	RESOLUCIÓN
MÉTODOS NUMÉRICOS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ANÁLISIS DE SISTEMAS ORIENTADOS A DATOS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS ORIENTADOS A OBJETOS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
SISTEMAS DE INFORMACIÓN	RECHAZADO POR PORCENTAJE
INTRODUCCIÓN A REDES DE COMPUTADORAS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
HARDWARE DE REDES	RECHAZADO POR PORCENTAJE
REDES DE COMPUTADORAS Y TELECOMUNICACIONES	RECHAZADO POR PORCENTAJE
MATEMÁTICA PROGRESIVA	RECHAZADO POR PORCENTAJE
GEOMETRÍA	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ÁLGEBRA LINEAL	RECHAZADO POR PORCENTAJE
INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA	RECHAZADO POR PORCENTAJE
MANTENIMIENTO Y ENSAMBLAJE DE COMPUTADORES	RECHAZADO POR PORCENTAJE
LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	RECHAZADO POR PORCENTAJE
PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ESTRUCTURA DE DATOS LINEAL	RECHAZADO POR PORCENTAJE
ESTRUCTURA DE DATOS DINÁMICA	RECHAZADO POR PORCENTAJE

Figura 17. Reporte 2 de materias no revalidadas.

CONCLUSIONES

- No se puede establecer adecuadamente las reglas de negocio si no existe una normativa clara y criterios estandarizados para su aplicación, por lo cual se ha evidenciado que los análisis efectuados por diferentes personas generan diversos resultados sobre un mismo caso lo cual resulta un inconveniente que influye en el área del negocio.
- De acuerdo a los parámetros obtenidos en base a las entrevistas que se realizó a algunos fiscales se concluyó que existen diversos criterios que se consideran para realizar el proceso de revalidación, como consecuencia se puede apreciar que al existir programas académicos similares y estos son analizados por diferentes fiscales, los resultados de las asignaturas a revalidarse serán variados.
- No es posible reducir completamente la carga operativa de los fiscales debido a que no se desarrolló el componente que proporciona la información de entrada para aplicar las reglas de negocio, por este motivo se requiere ingresar manualmente cierta información del trámite de reconocimiento de estudios.
- Al implementar el Sistema de Administración de Reglas de Negocio iLog Rules for .NET para el proceso de revalidaciones, se reduce la variación de resultados sobre las asignaturas que se deben revalidar en el caso de que se presenten programas académicos similares, con una incidencia alta en la reducción del tiempo de respuesta.
- Mediante iLog Rules for .Net se logra reducir el tiempo de entrega de resultados a los estudiantes sobre las asignaturas que se revalidarán, cumpliendo con la mayor demanda de solicitudes de reconocimiento de estudios.
- Al integrar las aplicaciones con un Sistema de Administración de Reglas de Negocio es posible realizar la edición de las reglas de negocio en la herramienta, minimizando las revisiones en el código de la aplicación.

RECOMENDACIONES

- El entorno en el cual se implementará un BRMS debe estar claro, asegurándose que las normativas aplicadas en los diversos procesos estén documentadas y actualizadas, de tal manera que todo el personal involucrado en la organización tenga conocimiento de las mismas, logrando identificar correctamente las reglas de negocio.
- Se requiere de una capacitación previa sobre la estructura y elementos que se utilizan para la definición de reglas de negocio, permitiendo que un usuario funcional pueda crear o editar las mismas junto con el componente *Rule Team Server* mediante un entorno gráfico, estableciendo restricciones de edición para diferentes usuarios; y en el caso de ser necesario agregar nuevos parámetros de evaluación se requiere el asesoramiento de un informático que tenga conocimientos en la plataforma .Net.
- Es importante realizar un modelado de las reglas de negocio con su respectiva descripción, criterios de validación y acciones a realizarse, manteniendo actualizada esta información para que se pueda efectuar la edición de las mismas cuando exista cambios en la normativas, de esta forma se facilita definir las adecuadamente en el Sistema de Administración de Reglas de Negocio iLog Rules for .NET.
- Al no existir un componente que se integre con el Sistema de Administración de Reglas de Negocio iLog Rules for .NET, se puede emplear el lenguaje xml para recibir los datos de entrada necesarios, obteniendo los parámetros requeridos que serán evaluados al aplicar las reglas de negocio.

REFERENCIAS

- Ambler, S. Agile Modeling: Business Rules. Recuperado de: <http://www.agilemodeling.com/artifacts/businessRule.htm>
- Andreescu, A. (2008). Methodological approaches based on business rules. *Informática Económica*, 3 (47), 23-27.
- Andreescu, A. y Mircea, M. (2009). Managing Knowledge as Business Rules. *Informática Económica*, 13 (4), 63-74.
- Arias, F., Moreno, J. y Ovalle, D. (2007). Integración de Ontologías y Capacidades de Razonamiento en Agentes de Software Inteligentes para la Simulación del Proceso de Negociación de Contratos de Energía Eléctrica. *Avances en Sistemas e Informática*, 4 (2), 13-24.
- Atsa, R., Fouda, M. y Atouba, C. (2010). Business Process Requirement Engineering. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2(9), 2890-2899.
- Bajec, M. & Krisper, M. (2004). A methodology and tool support for managing business rules in organizations. *Information System*.
- Bajec, M. y Krisper, M. Issues and challenges in business rule-based information systems development. Faculty of Computer and Information Science. Ljubljana, Slovenia.
- Boyer, J. & Mili, H. (2011). Agile business rule development.
- Bubenko, J., Persson, A. y Stirna, J. User guide of the Knowledge Management approach using Enterprise Knowledge Patterns. Royal Institute of Technology.
- Chisholm, M. (2007) How to build a business rules engine. Morgan Kaufmann Publishers.
- Cole, B. (2008). Business Rules Engine Implementation Case Study.
- Consejo Nacional de Educación Superior. (2009). Reglamento Codificado De Régimen Académico del Sistema Nacional de Educación Superior.
- FICO Blaze Advisor business rules management. Disponible en: <http://www.fico.com/en/Products/DMTools/Pages/FICO-Blaze-Advisor-System.aspx>
- Font, J. (2008). Generación de sistemas basados en reglas mediante programación genética. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Gálvez, J., Gómez, F., Guzmán, E & Conejo, R. Un Sistema Inteligente para el Aprendizaje de Fundamentos de Programación Orientada a Objetos. Universidad de Málaga.
<http://www-01.ibm.com/software/integration/business-rule-management/jrules-family/about/>
- IBM Corporation. (2009). Healthcare Revitalized.
- IBM WebSphere ILOG Rules for .NET. Disponible en:
http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/brjrules/v7r1/index.jsp?topic=%2Fcom.ibm.websphere.ilog.jrules.doc%2FContent%2FBusiness_Rules%2FDocumentation%2F_pubske1%2FJRules%2Fps_JRules_Global384.html
- IBM. WebSphere ILOG JRules. Recuperado de:
- IBM. WebSphere ILOG Rules for .Net. Recuperado de: <http://www-03.ibm.com/software/products/au/en/websilogrulefor.net/>
- InRule Technology. InRule – The Premier .NET Solution for Authoring, Managing and Executing Business Rules. Recuperado de: <http://www.inrule.com/products/>
- JBoss Community. Drools, Business Logic integration Platform. Recuperado de: <http://www.jboss.org/drools>
- Jena, A Semantic Web Framework for Java. Recuperado de: <http://jena.sourceforge.net/>
- Jess, the Rule Engine for the Java Platform. (2008). Recuperado de: <http://www.jessrules.com/jess/index.shtml>
- Liang, Y. & Jin, R. (2008). Implementation choice of business rules in e-commerce. Lund University,
- Lovrencie, S., Rabuzin, K. y Picek, R. Formal modelling of business rules: what kind of tool to use?. Varazdin, Croatia.
- Naeem, M., Fayyaz, F. y Abbas, N. (2008). Business Rules in Software Development. Lund University, Department of Informatics.
- NxBRE .NET Business Rule Engine. Recuperado de: <http://sourceforge.net/apps/trac/nxbre>
- Reglamento de régimen académico de la Universidad Técnica Particular de Loja. 2010.
- Riley, G. (2008). Clips A Tool for Building Expert Systems. Recuperado de: <http://clipsrules.sourceforge.net/WhatIsCLIPS.html>

- Ritchie, A., Balakrishnan, S., Clark, D., et al. (2011). Patterns: Integrating WebSphere ILOG JRules with IBM Software. Redbooks IBM.
- Stineman, B. (2009). IBM WebSphere ILOG Business Rule Management Systems: The Case for Architects and Developers. IBM Software Group.
- WebSphere ILOG JRules Business Rule Management System, hardware and software requirements – Windows. IBM. Disponible en: <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?rs=4043&uid=swg27018144>
- William, B. A. (2006). Exploring business application agility through rules-based processing: centralizing the business rules of an enterprise. Marquette University, Milwaukee, Wisconsin.
- Zachman, J., Ross, R., Selkow, W., Moriarty, T., Hall, J., Estep, C.,... Williford, H. What is a Business Rule?. Recuperado de: <http://www.businessrulesgroup.org/defnbrg.shtml>

ANEXO 1: ENTREVISTAS

Entrevista Ing. Marco Morocho

1. **¿Cuáles son los parámetros adicionales al porcentaje de similitud de contenidos, que considera importantes para realizar una revalidación?**

Porcentaje similitud de contenidos: 80% o mayor

Número de horas:

Número de créditos:

Nota:

2. **¿Se considera el año de estudio?**

No se considera el año, de igual manera se realiza el estudio de los contenidos.

3. **¿Cuántas materias externas se pueden revalidar con una materia UTPL o viceversa?**

Se considera una o más materias externas con una materia de la UTPL.

4. **Inconvenientes que se han presentado en el proceso de revalidación.**

Ningún inconveniente.

5. **¿En qué tiempo realiza una revalidación?**

1 hora

6. **¿Con quienes colaboran para estos procesos?**

Pocas veces con los maestros de las asignaturas a revalidar.

7. **¿Cuáles son las fuentes de información en las que se basan?**

En las normas establecidas en el reglamento académico de la UTPL.

Entrevista Ing. Manuel Sucunuta

1. **¿Cuáles son los parámetros que considera importantes para realizar una revalidación?**

- Porcentaje similitud de contenidos: 80% o mayor
- Número de horas: la materia externa debe cumplir con el 90% o más con respecto a las horas de la materia UTPL.
- Número de créditos: debe ser mayor o igual al número de créditos de la materia UTPL.
- Nota:

2. **¿Se considera el año de estudio?**

No se considera como una restricción.

3. **¿Cuántas materias externas se pueden revalidar con una materia UTPL o viceversa?**

Se considera una o más materias externas con una materia de la UTPL.

4. **Inconvenientes que se han presentado en el proceso de revalidación.**

La variación de criterios para revalidar.

5. **¿En qué tiempo realiza una revalidación?**

1 hora

6. **¿Con quienes colaboran para estos procesos?**

Algunas veces cuando hay dudas en los contenidos de las materias se consulta al profesor que dicta esa materia.

7. **¿Cuáles son las fuentes de información en las que se basan?**

En las normas establecidas en el reglamento académico de la UTPL

Entrevista Ing. Liliana Enciso

1. ¿Cuáles son los parámetros que considera importantes para realizar una revalidación?

- Porcentaje similitud de contenidos: 80% o mayor
- Número de horas: la materia externa debe cumplir con el 90% o más con respecto a las horas de la materia UTPL.
- Número de créditos: debe ser mayor o igual al número de créditos de la materia UTPL.
- Nota: debe ser mínimo del 75% respecto a la equivalencia de la universidad externa

2. ¿Se considera el año de estudio?

No se considera como una restricción.

3. ¿Cuántas materias externas se pueden revalidar con una materia UTPL o viceversa?

Se considera una o más materias externas con una materia de la UTPL.

4. Inconvenientes que se han presentado en el proceso de revalidación.

La variación de criterios entre los fiscales para revalidar.

5. ¿En qué tiempo realiza una revalidación?

3 horas

6. ¿Con quienes colaboran para estos procesos?

En algunos casos con los profesores de las asignaturas.

7. ¿Cuáles son las fuentes de información en las que se basan?

En las normas establecidas en el reglamento académico de la UTPL

Entrevista Ing. Danilo Jaramillo

1. **¿Cuáles son los parámetros que considera importantes para realizar una revalidación?**

Porcentaje similitud de contenidos: 80% o mayor

Número de horas: la materia externa debe cumplir con el 80% o más con respecto a las horas de la materia UTPL.

Número de créditos:

Nota:

2. **¿Se considera el año de estudio?**

No se considera como una restricción.

3. **¿Cuántas materias externas se pueden revalidar con una materia UTPL o viceversa?**

Solamente se pueden revalidar una o más materias externas con una materia de la UTPL.

4. **Inconvenientes que se han presentado en el proceso de revalidación.**

La variación de criterios para revalidar.

5. **¿En qué tiempo realiza una revalidación?**

1 hora

6. **¿Con quienes colaboran para estos procesos?**

Con algunos maestros de las asignaturas.

7. **¿Cuáles son las fuentes de información en las que se basan?**

En las normas establecidas en el reglamento académico de la UTPL

ANEXO 2: MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO

ILOG RULES FOR .NET

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Objetivo de este manual.....	1
1.3. Lo que debe conocer.....	1
2. Operaciones a realizarse	2
3. Gestión de reglas de negocio	3
3.1. Creación de un proyecto de reglas de negocio	3
3.2. Creación de una nueva regla de negocio.....	4
3.3. Editar o eliminar una regla de negocio	11
3.4. Despliegue de reglas	12
4. Elementos que forman parte de las reglas de negocio	17
4.1. Agregar nuevos parámetros	17
4.2. Creación del modelo de objetos de negocio (BOM – Business Object Model).....	18
5. Descripción del ingreso de datos para el trámite de reconocimiento de estudios	25
5.1. Ingreso datos de trámite	25
5.2. Ingreso de datos materia externa.....	26
5.3. Ingreso de datos materia UTPL.....	26
Referencias	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Agregar un proyecto de reglas	3
Figura 2. Creación proyecto de reglas	4
Figura 3. Agregar regla de negocio.....	4
Figura 4. Creación regla de negocio	5
Figura 5. Agregar referencia a librería de clases.	6
Figura 6. Seleccionar librería de clases.....	6
Figura 7. Lista de parámetros a utilizar en las reglas.....	7
Figura 8. Seleccionar clase que contiene el parámetro.	7
Figura 9. Operaciones para reglas de negocio.	8
Figura 10. Selección de opciones para la condición.	8
Figura 11. Condición de la regla de negocio.....	9
Figura 12. Selección de la clase	9
Figura 13. Selección de método para presentar datos de salida.	10
Figura 14. Selección de opciones para la acción de la regla de negocio.	10
Figura 15. Datos de salida.....	11
Figura 16. Regla de negocio.....	11
Figura 17. Edición regla de negocio.....	12
Figura 18. Eliminar regla.....	12
Figura 19. Verificación de servicios.	13
Figura 20. Despliegue del proyecto de reglas.....	13
Figura 21. Pantalla de despliegue de reglas.	14
Figura 22. Creación de la versión del proyecto de reglas.....	15
Figura 23. Información del conjunto de reglas.....	15
Figura 24. Librería de clases	17
Figura 25. Acceso a Business Object Model View	19
Figura 26. Opción Import Project	20
Figura 27. Pantalla de Import Project.....	20
Figura 28. Opción Business Object Model Wizard	21

Figura 29. Selección de clases a utilizar.....	21
Figura 30. Opción Open Editor.	22
Figura 31. Vocabulario de las reglas.....	23
Figura 32. Opción Refresh	24
Figura 33. Datos del trámite	25
Figura 34. Datos de la materia externa	26
Figura 35. Datos de la materia UTPL.	27

1. Introducción

1.1. Descripción

En este documento se describirá de forma clara cómo utilizar el Sistema de Administración de Reglas de Negocio (BRMS – Business Rules Management System) iLog Rules for .Net[®] para validar los parámetros que se consideran al realizar las revalidaciones académicas.

El BRMS iLog Rules for .Net[®] forma parte del componente denominado Convalidador Automático cuyo propósito es procesar trámites académicos basado en el BRMS; y debido a que no se desarrolló todos los subcomponentes que conforman el Convalidador Automático, no se puede obtener la información académica necesaria. Por lo cual se requiere el ingreso manual mediante un formulario, de los datos del trámite, la materia externa y materia UTPL; y de esta manera poder ejecutar las reglas de negocio mediante iLog Rules for .Net[®] considerando ciertos parámetros de evaluación para efectuar las revalidaciones académicas en la UTPL.

1.2. Objetivo de este manual

El objetivo de éste manual es guiar al administrador a utilizar el BRMS iLog Rules for .Net[®] obteniendo la información académica necesaria para poder aplicar las reglas de negocio correspondientes. Este manual comprende:

- Ingreso de información del trámite, materia externa y materia UTPL.
- Conocer cómo utilizar el BRMS para crear o editar reglas de negocio.
- Elementos que se requieren para definir las reglas de negocio.

1.3. Lo que debe conocer

Los conocimientos mínimos que deben tener las personas que administren el Sistema de Administración de Reglas de Negocio (BRMS – Business Rules Management System) iLog Rules for .Net[®] son:

- Conocimiento básico de Windows.
- Conocimiento básico en Sistemas de Administración de Reglas de Negocio.
- Conocimientos en la plataforma .Net

2. Operaciones a realizarse

Esta propuesta el desarrollo de un Sistema Semiautomático de Convalidaciones Académicas para la UTPL basado en técnicas de Ingeniería de Conocimiento, el mismo que está conformado por 4 componentes:

- **Preprocesador de planes académicos:** extrae la información de documentos expresados en lenguaje natural (planes de estudio, documentos presentados por el estudiante), el resultado de este componente es tener información de los planes, contenidos, asignaturas, universidad, periodo de estudios.
- **Generador de modelos semánticos de planes académicos:** crea representaciones semánticas (ontologías, RDF, mapas de conocimiento, etc.), que representan el contenido de los planes académicos externos e internos en base a una taxonomía definida por los expertos (fiscales).
- **Convalidador semiautomático basado en niveles de aproximación semántica:** realiza el análisis de equiparabilidad entre planes académicos vigentes de la UTPL y los planes externos. Todas las convalidaciones aceptadas se guardan en una base de conocimiento que permitiría procesar automáticamente los trámites que incluyan planes anteriormente aceptados.
- **Convalidador automático de planes académicos:** realiza el trámite automático de convalidaciones conforme la base de conocimiento generada por el convalidador semiautomático. La información que este obtiene del trámite y la similitud entre materias externas y materias, se enviaría al BRMS iLog Rules for .Net[®] de tal manera que pueda aplicar las reglas de negocio establecidas para realizar las revalidaciones.

Por el motivo de que no se cuenta con todos los componentes, se requiere ingresar manualmente la información necesaria para ejecutar las reglas de negocio definidas en iLog Rules for .Net[®]. (Ver capítulo 5)

3. Gestión de reglas de negocio

Ingresar en <DirectorioTrabajo>\ReglasNegocio y abrir el proyecto, en el cual se realiza la creación o edición de reglas de negocio.

3.1. Creación de un proyecto de reglas de negocio

1. Dentro de la solución se ubica el cursor en: ReglasNegocio, se procede a dar clic derecho, se escoge la opción Add y se selecciona New Project. (Ver Figura 1)

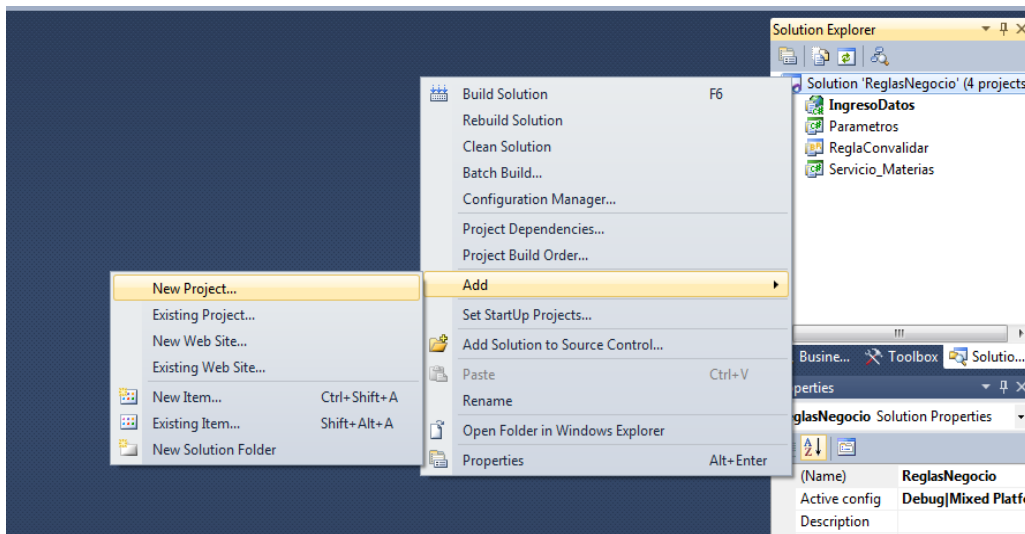


Figura 1. Agregar un proyecto de reglas

2. A continuación en la pantalla que se presenta se elige en lado izquierdo la opción *ILOG Rule Projects* y después se selecciona *Rule Project*. En la parte inferior en *Name* se escribe el nombre del proyecto y se da clic en OK. (Ver Figura 2)

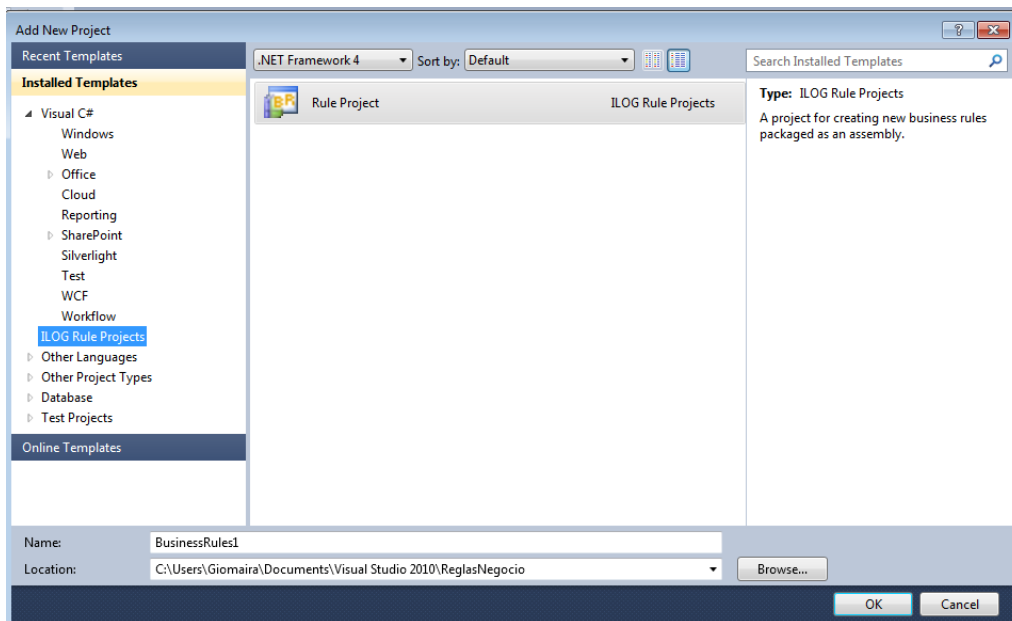


Figura 2. Creación proyecto de reglas

3.2. Creación de una nueva regla de negocio

1. Se ubica el cursor en el proyecto de reglas y se da clic derecho, se elige la opción *Add* y se selecciona *New Item*. (Ver Figura 3)

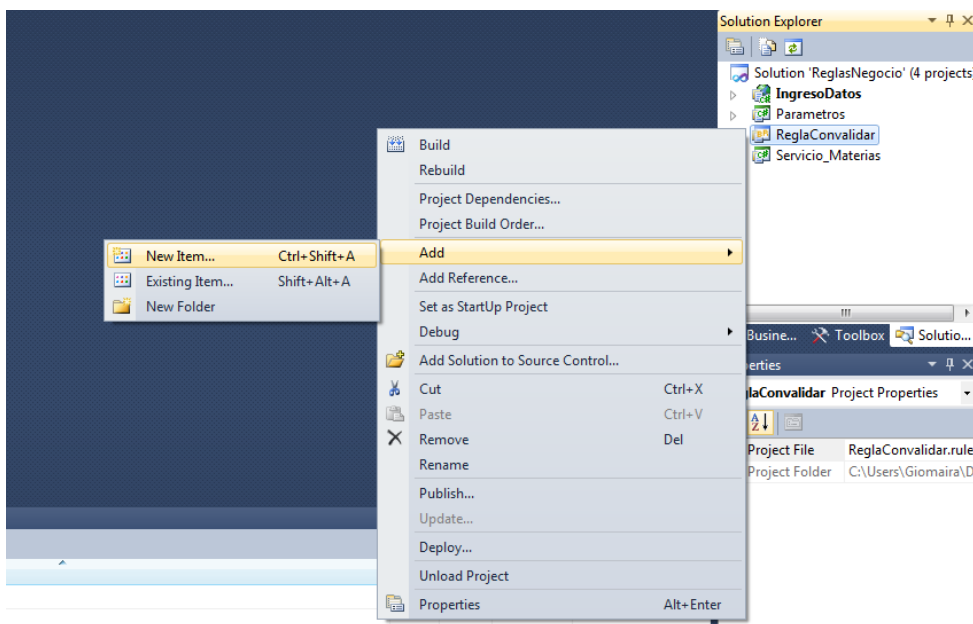


Figura 3. Agregar regla de negocio.

2. En la pantalla que aparece a continuación se elige en la parte izquierda la opción *Business Rules* y después se selecciona el ítem *Business Rules*. En la parte inferior se escribe el nombre de la regla de negocio y se da clic en *Add*. (Ver Figura 4)

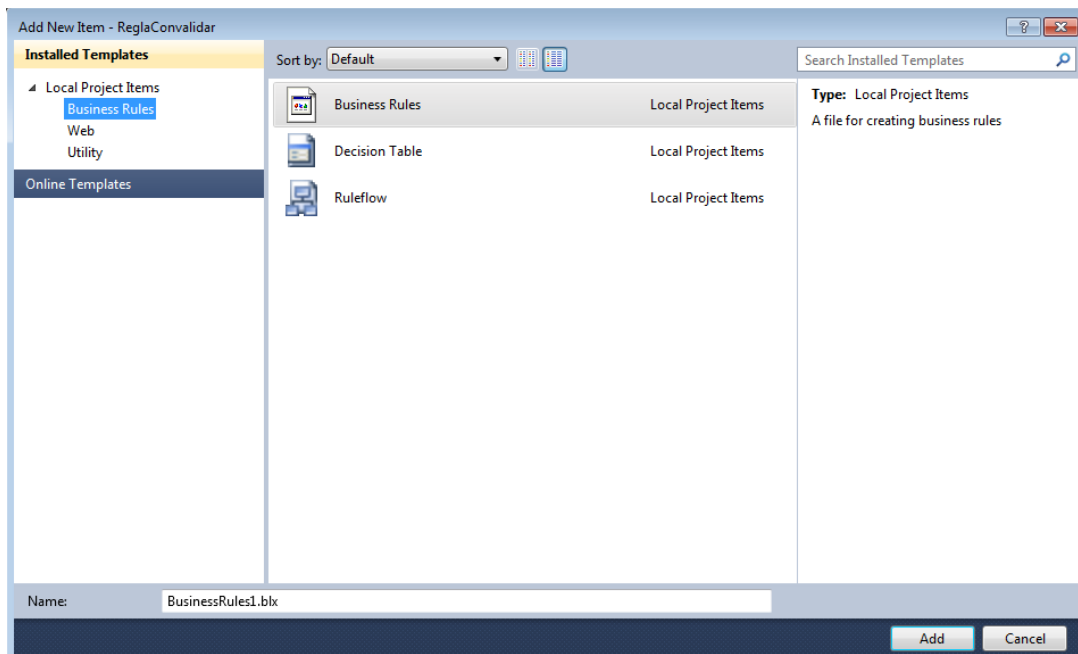


Figura 4. Creación regla de negocio

3. Después se debe hacer referencia a la librería de clases en el proyecto de reglas creado anteriormente, se selecciona el proyecto y en la opción Referencias se da clic derecho y se elige *Add Reference*. (Ver Figura 5)

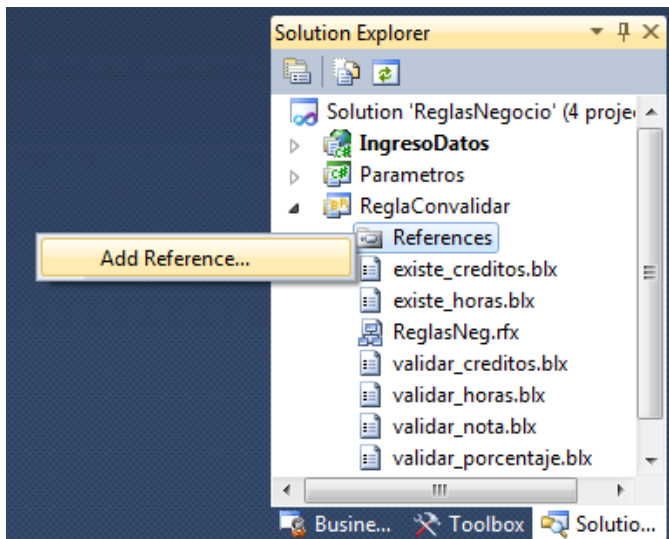


Figura 5. Agregar referencia a librería de clases.

4. En siguiente pantalla se elige la pestaña *Projects* y se selecciona la librería de clases *Parámetros*, después se da clic en *Add* y finalmente en *OK*. (Ver Figura 6)

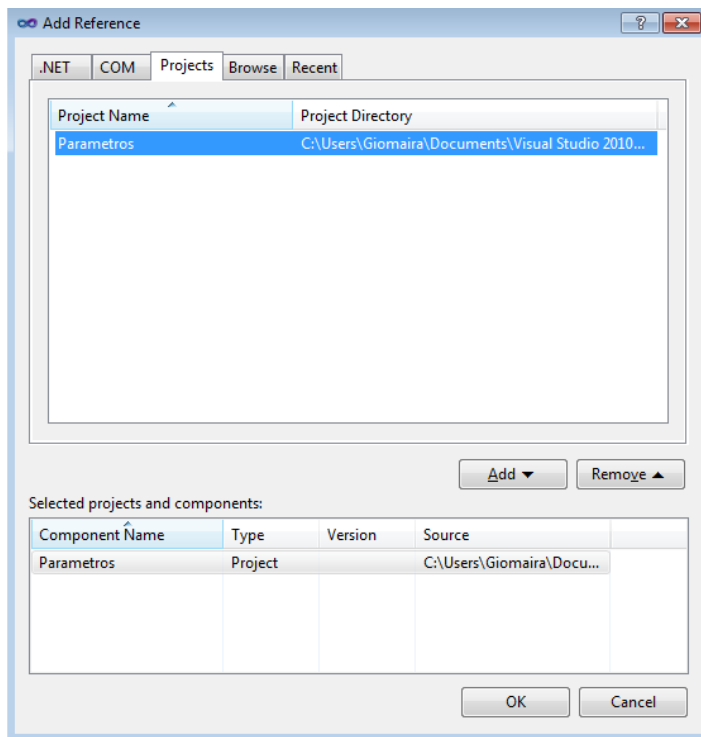


Figura 6. Seleccionar librería de clases.

- Para escribir la regla se inicia con la palabra reservada si y se da un espacio desplegándose una lista del vocabulario que se puede utilizar para definir la regla. (Ver Figura 7)

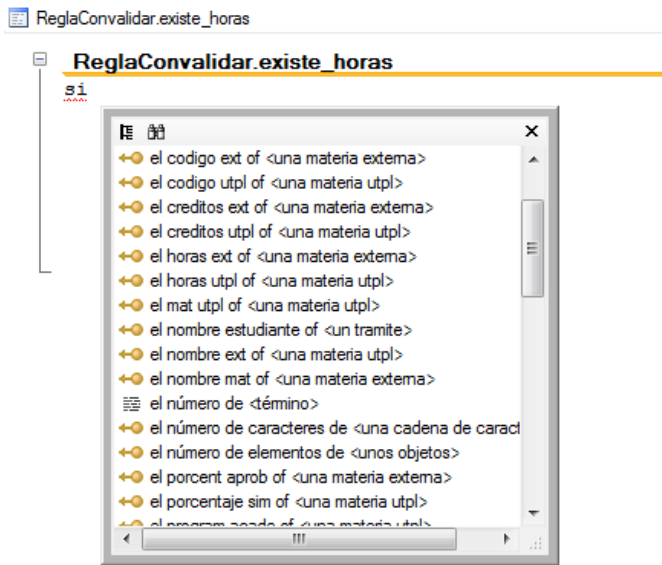


Figura 7. Lista de parámetros a utilizar en las reglas.

- Después se selecciona el parámetro que se requiere y se da un espacio para que se despliegue el nombre de la clase donde se encuentra el parámetro. (Ver Figura 8)

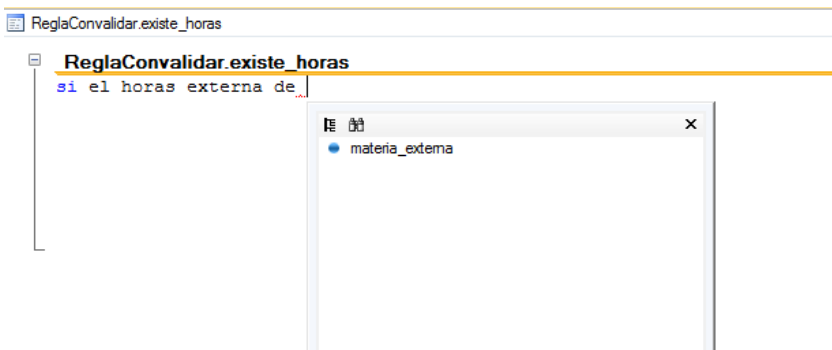


Figura 8. Seleccionar clase que contiene el parámetro.

7. A continuación se da un espacio y se despliega las operaciones que se puede realizar.
(Ver Figura 9)

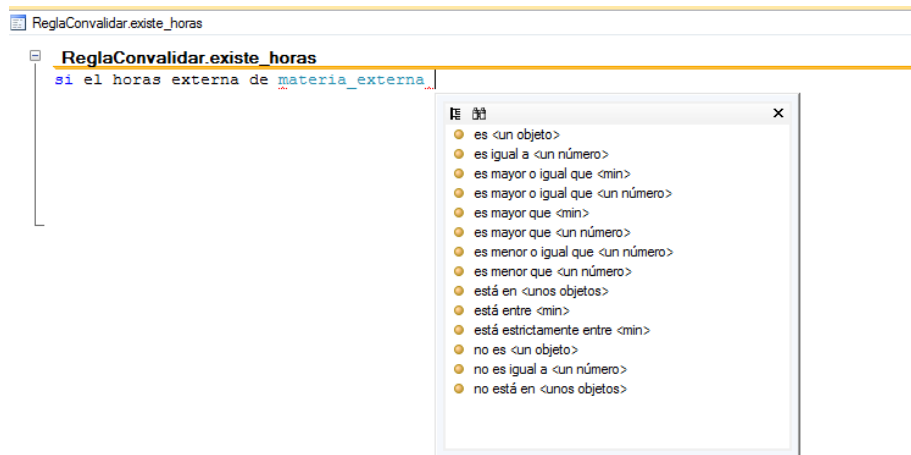


Figura 9. Operaciones para reglas de negocio.

8. Después de elegir una de las operaciones se da un espacio y se despliega nuevamente un listado de opciones que se puede utilizar para crear la condición. (Ver Figura 10)



Figura 10. Selección de opciones para la condición.

9. Por ejemplo se elige *número* y así está creada la condición. (Ver Figura 11)

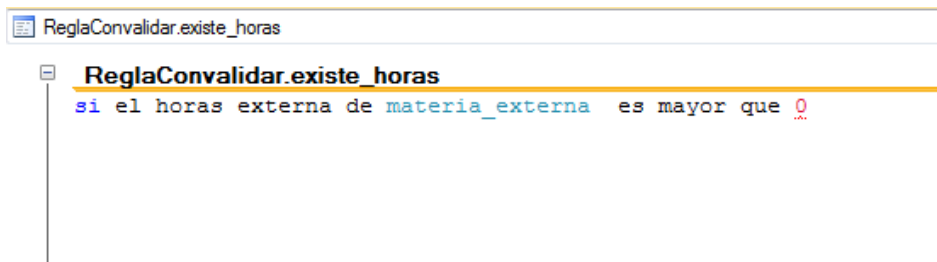


Figura 11. Condición de la regla de negocio.

10. Ahora se crea la acción a realizarse en el caso de que se cumpla la condición, para lo cual se utiliza *entonces* y se da un espacio desplegándose el nombre de la clase que se va a utilizar, en la cual consta los métodos para presentar los datos de salida. (Ver Figura 12)

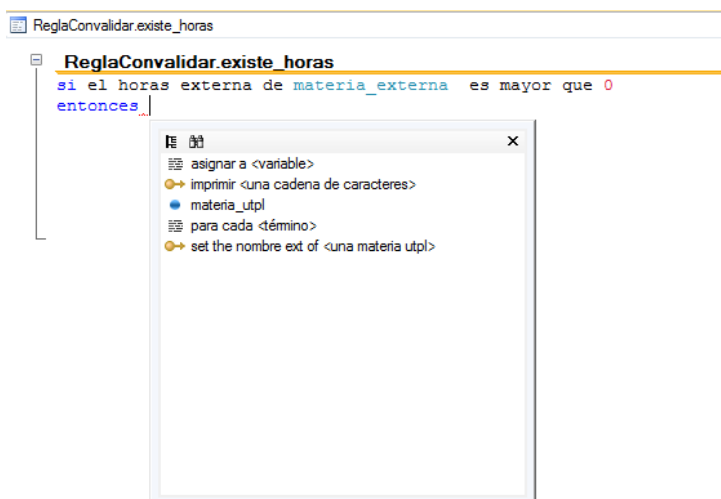


Figura 12. Selección de la clase

11. Se elige la clase y al dar un espacio se despliega el método que se encuentra en la clase, que permite presentar los datos de salida. (Ver Figura 13)

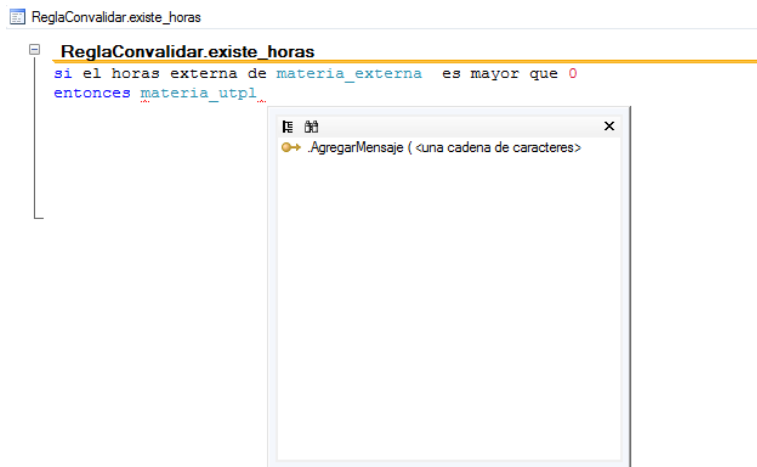


Figura 13. Selección de método para presentar datos de salida.

12. Se elige el método a utilizar y se selecciona la opción *cadena de caracteres*. (Ver Figura 14)

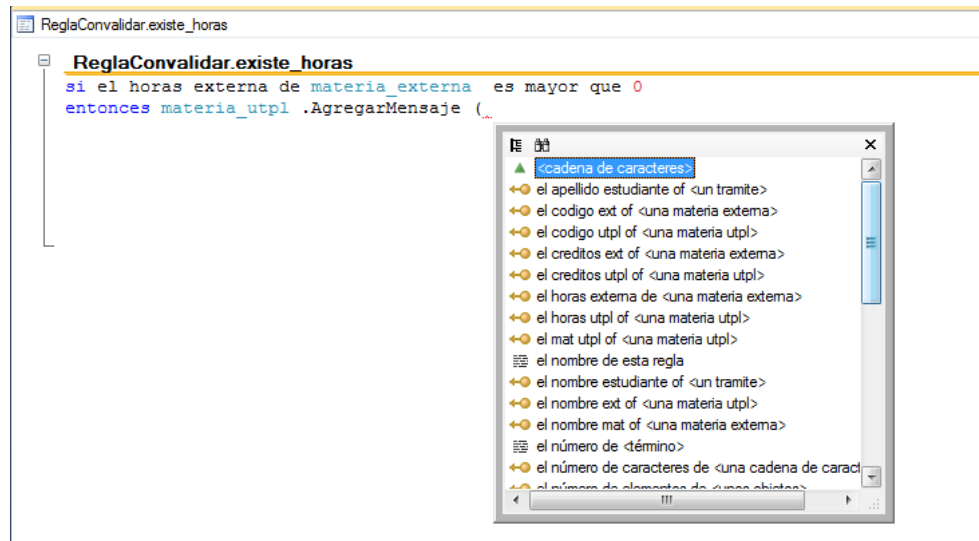
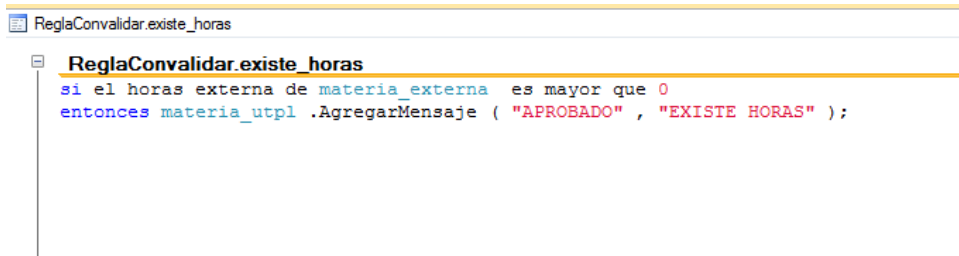


Figura 14. Selección de opciones para la acción de la regla de negocio.

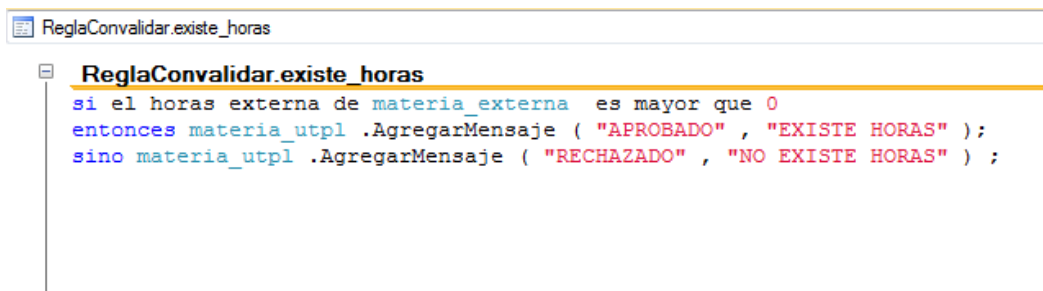
13. Se escribe la información que se requiere presentar como salida. (Ver Figura 15)



```
ReglaConvalidar.existe_horas  
  
ReglaConvalidar.existe_horas  
si el horas externa de materia_externa es mayor que 0  
entonces materia_utpl .AgregarMensaje ( "APROBADO" , "EXISTE HORAS" );
```

Figura 15. Datos de salida.

14. En el caso de que no se cumpla la condición se puede realizar otra acción, se escribe sino y de igual manera se crea como en el caso de la sentencia *entonces*. De esta forma esta creada la regla de negocio. (Ver Figura 16)



```
ReglaConvalidar.existe_horas  
  
ReglaConvalidar.existe_horas  
si el horas externa de materia_externa es mayor que 0  
entonces materia_utpl .AgregarMensaje ( "APROBADO" , "EXISTE HORAS" );  
sino materia_utpl .AgregarMensaje ( "RECHAZADO" , "NO EXISTE HORAS" );
```

Figura 16. Regla de negocio.

3.3. Editar o eliminar una regla de negocio

Para editar una regla se ingresa en el proyecto de reglas *ReglaConvalidar* y se selecciona la regla que se desea editar, considerando los pasos que se mencionan para la creación de una regla de negocio. (Ver Figura 17)

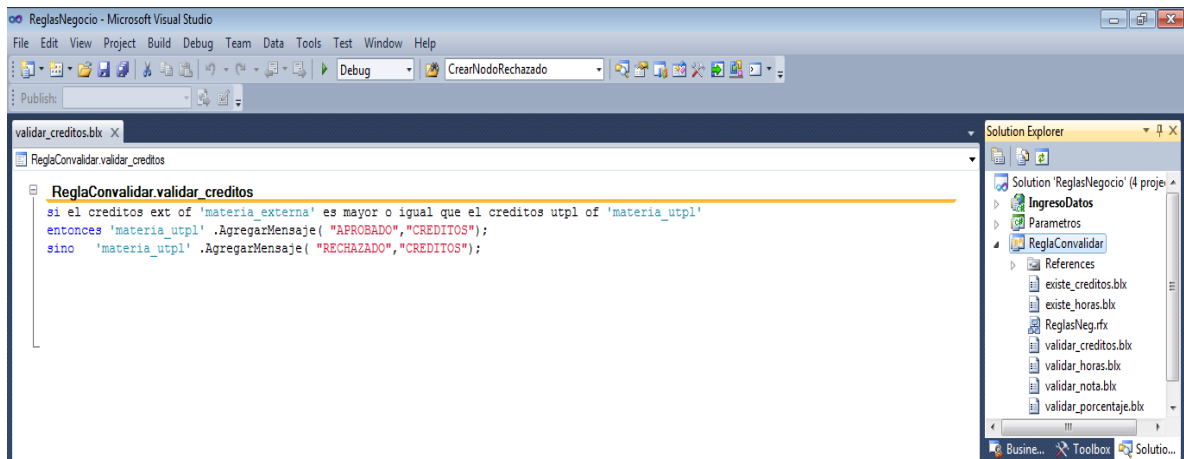


Figura 17. Edición regla de negocio.

Para eliminar una regla de negocio se ingresa en el proyecto de reglas *ReglaConvalidar* y se selecciona la regla que se desea editar, se procede a dar clic derecho y se elige la opción *Delete*. (Ver Figura 18)

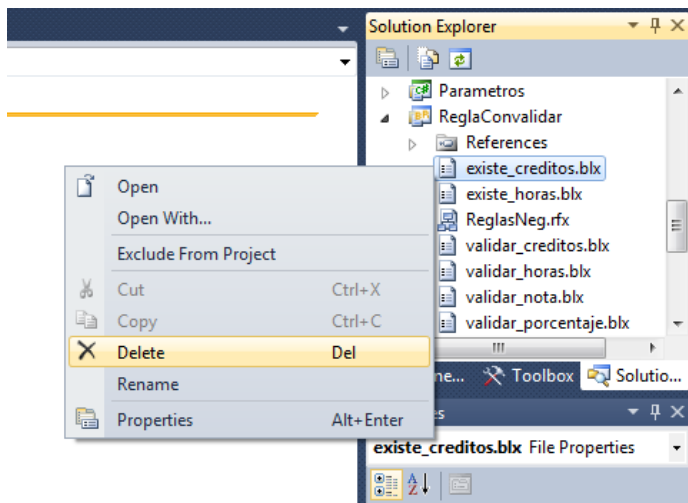


Figura 18. Eliminar regla.

3.4. Despliegue de reglas

Después de crear o editar las reglas de negocio es necesario realizar el despliegue de las mismas para almacenar el conjunto de reglas en Rule Execution Server permitiendo su correcta ejecución. Es necesario asegurarse que los servicios de ILOG estén iniciados, para ello ingresar a *Panel de Control*, después en *Herramientas Administrativas* y a continuación

en *Servicios*. Después se selecciona *ILOG Rule Execution Management Service* e *ILOG Rule Execution Persistence Service* y se verifica que en la columna *Estado* que aparezca *Iniciado*.

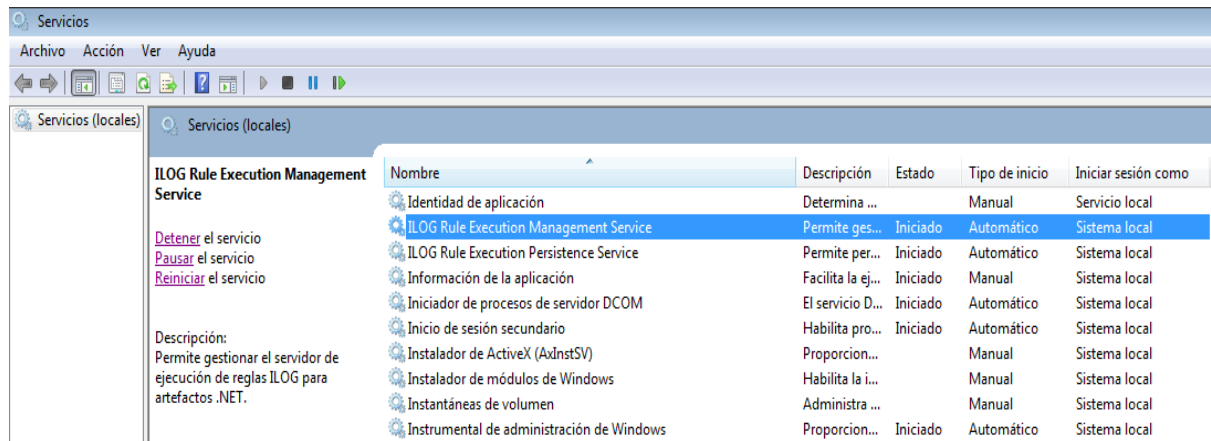


Figura 19. Verificación de servicios.

1. Se ubica el cursor en el proyecto de reglas: *ReglaConvalidar* y se da clic derecho seleccionando *Deploy*. (Ver Figura 20)

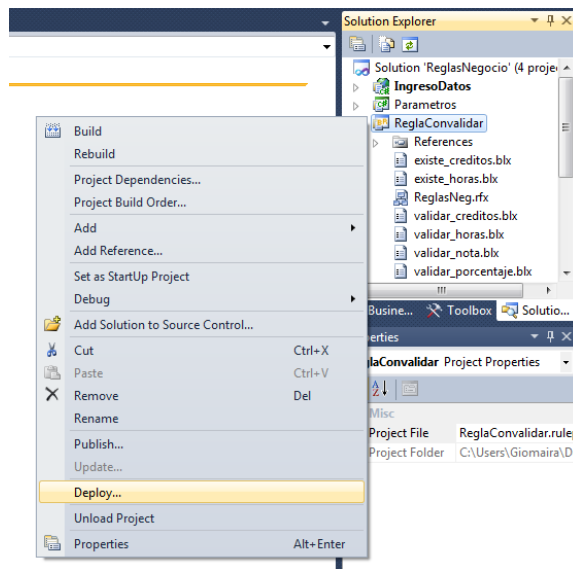


Figura 20. Despliegue del proyecto de reglas

2. En la pantalla que se presenta a continuación se selecciona *This Computer* y clic en *Next*. (Ver Figura 21)

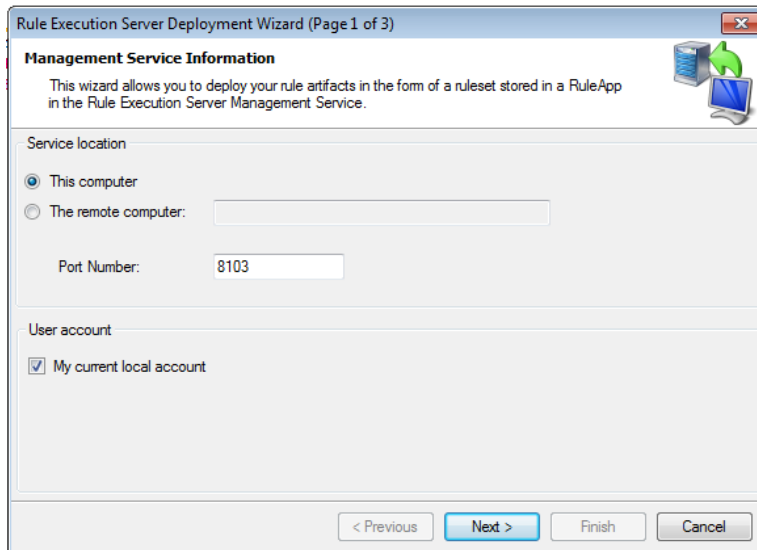


Figura 21. Pantalla de despliegue de reglas.

3. Después se escoge la opción *Create RuleApp Version* para crear una nueva versión del conjunto de regla, o también se puede escoger *Select RuleApp Version* en el caso de que exista una versión anterior del conjunto de reglas. En *Name* se escribe el nombre del RuleApp, es decir la carpeta principal que contiene las reglas de negocio, como sugerencia simplemente se agrega al final del nombre las letras *App*. También se agrega el número de versión, y si se desea se puede realizar una breve descripción; luego clic en *Next*. (Ver Figura 22)

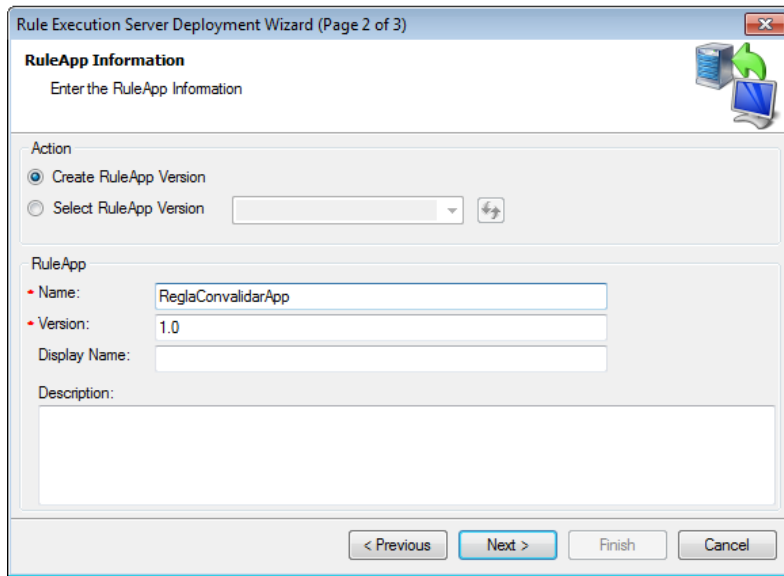


Figura 22. Creación de la versión del proyecto de reglas.

4. A continuación se detalla el nombre del *RuleSet*, es decir el conjunto de reglas y la versión correspondiente, después clic en *Finish*. (Ver Figura 23)

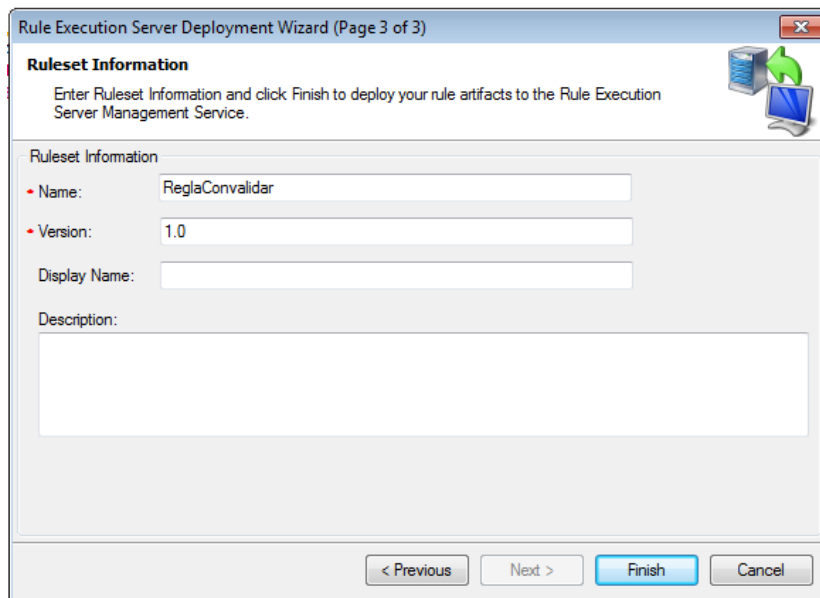


Figura 23. Información del conjunto de reglas.

5. Se ingresa a: <DirectorioInstalacion>\IBM\WebSphere\ILOG Rules for .NET\Rule Execution Server for .NET\Bin\Persistence\res_data y en esta carpeta se encuentra el proyecto de reglas que se desplegó anteriormente, dentro de la carpeta *ReglaConvalidarApp* se copia el modelo de objetos de negocio Parametros.dll que se encuentra en el directorio de trabajo <DirectorioTrabajo>\ReglasNegocio\Parametros.

Después se copia la carpeta *ReglaConvalidarApp* en la siguiente ruta: <DirectorioInstalacion>\IBM\WebSphere\ILOG Rules for .NET\Rule Execution Server for .NET\Bin\Execution\ExecutionBaseDir.

4. Elementos que forman parte de las reglas de negocio

4.1. Agregar nuevos parámetros

Se ingresa a la librería de clases *Parámetros*, en la cual constan las clases: *Trámite*, *Materia Externa* y *Materia Utpl*, que contienen los parámetros que se ingresan para realizar el reconocimiento de estudios, y se obtiene cada etiqueta del archivo xml que se genera, con sus atributos correspondientes.

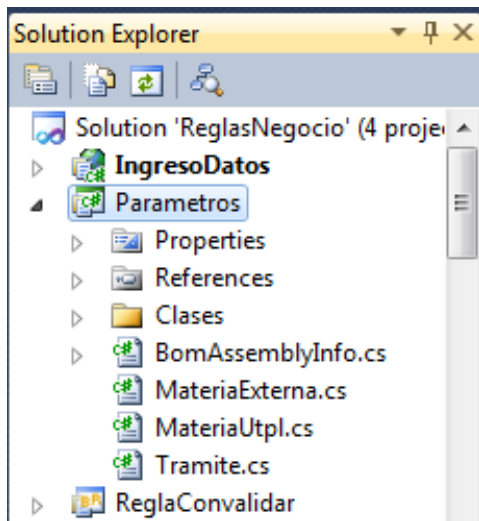


Figura 24. Librería de clases

La clase *Trámite* contiene los siguientes parámetros: id del trámite, nombre del estudiante, apellidos del estudiante, cedula, carrera de la universidad externa, carrera de la UTPL, modalidad de estudios, área de la carrera UTPL.

```
public class Tramite
{
    private string id_tramite;
    private string nombresEst;
    private string apellidosEst;
    private string cedula;
    private string universidad;
    private string carrera_ext;
    private string carreraUtpl;
    private string modalidad;
```

La clase *Materia Externa* contiene los parámetros que corresponden a las materias de universidad externa: código de la materia externa, área de conocimiento, nombre de la materia, créditos, horas, nota, equivalencia de calificación máxima de la universidad externa, porcentaje mínimo con el que se aprueba.

```
public class MateriaExterna
{
    private string mat_externa;
    private int creditos_ext;
    private int horas_ext;
    private int nota_ext;
    private int equivalencia;
    int horas_utpl;
```

La clase *Materia Utpl* contiene los parámetros que corresponden a las materias de la utpl: código de la materia, área de conocimiento, nombre de la materia, programa académico, tipo de materia, créditos, horas, porcentaje de similitud entre la materia externa y la utpl.

```
public class MateriaUtpl
{
    private string programAcad;
    private string mat_utpl;
    private string tipo_utpl;
    private int creditos_utpl;
    private int horas_utpl;
    private int porcent_similitud;
```

4.2. Creación del modelo de objetos de negocio (BOM – Business Object Model)

El BOM es el vocabulario que se genera en base a los parámetros creados en la librería de clases: *Parámetros*.

1. Para acceder al BOM se da clic en la pestaña *View*, después se elige la opción *Rule Studio* y se selecciona *Business Object Model View*. (Ver Figura 25)

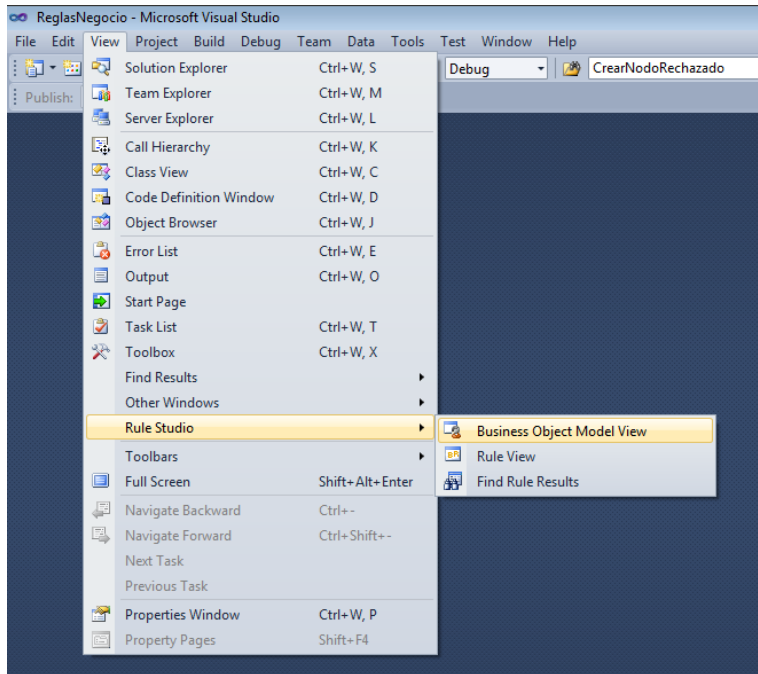


Figura 25. Acceso a Business Object Model View

2. A continuación se da clic en la opción *Import Project*. (Ver Figura 26)

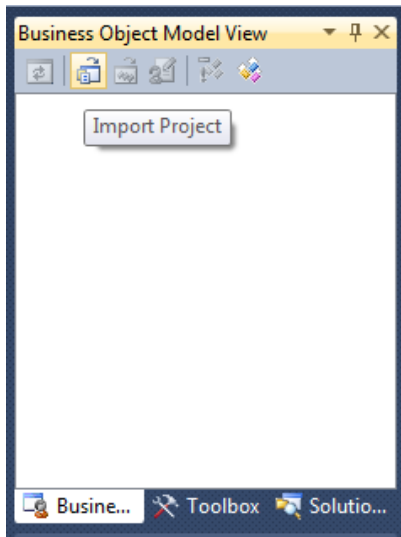


Figura 26. Opción Import Project

3. En la pantalla que se presenta se elige la clase Parámetros la cual contiene los parámetros que se ingresan para el trámite de reconocimiento de estudios, y se da clic en Finish. (Ver Figura 27)

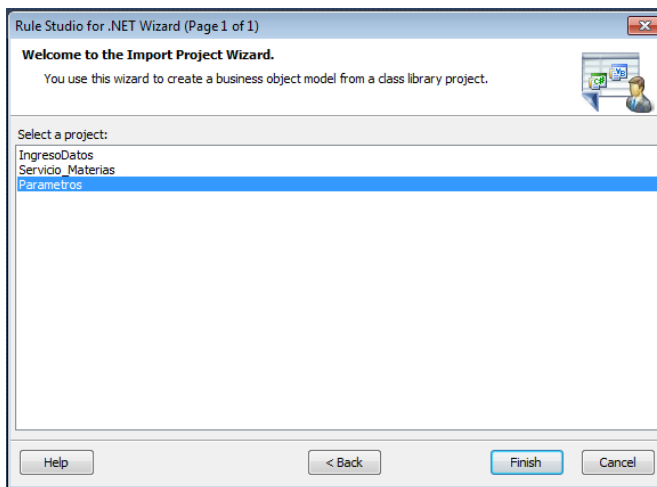


Figura 27. Pantalla de Import Project.

4. Después se da clic en la opción *Business Object Model Wizard*. (Ver Figura 28)

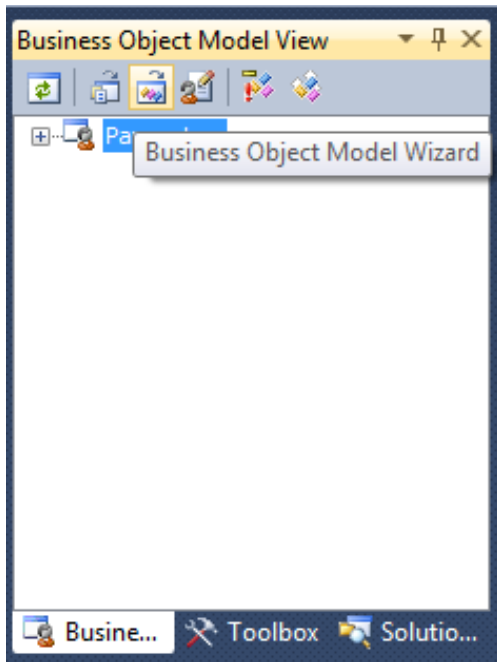


Figura 28. Opción Business Object Model Wizard

5. En la pantalla que se presenta se elige la librería de clases Parámetros y se selecciona las clases en las cuales constan los parámetros que se utilizaran en las reglas de negocio; y se da clic en Finish. (Ver Figura 29)

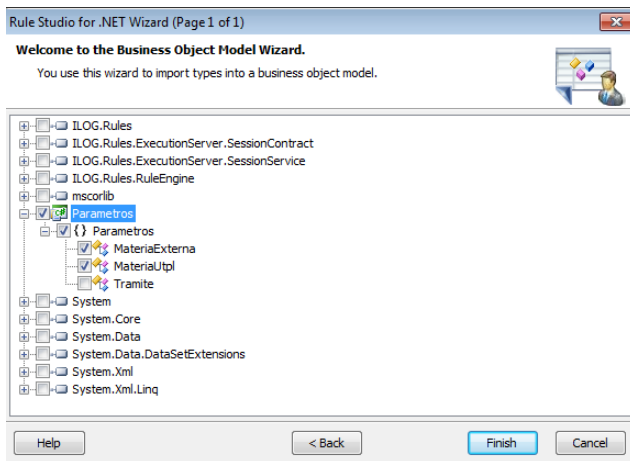


Figura 29. Selección de clases a utilizar.

6. Para mostrar el vocabulario y editar el mismo en caso de que se requiera, se elige la opción *Open Editor*. (Ver Figura 30)

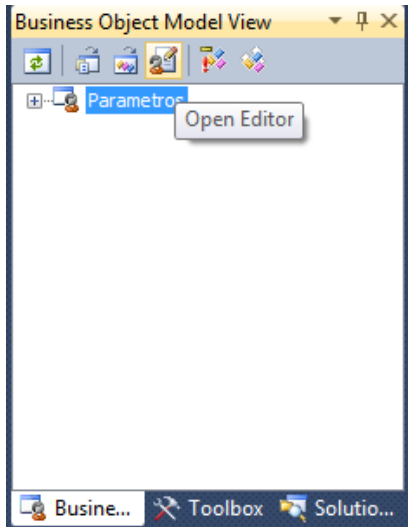


Figura 30. Opción Open Editor.

7. Se presenta la siguiente pantalla con el vocabulario y para generar el mismo se selección la columna *Display Text* y después se da clic en la opción *Generate Verbalization*. (Ver Figura 31)

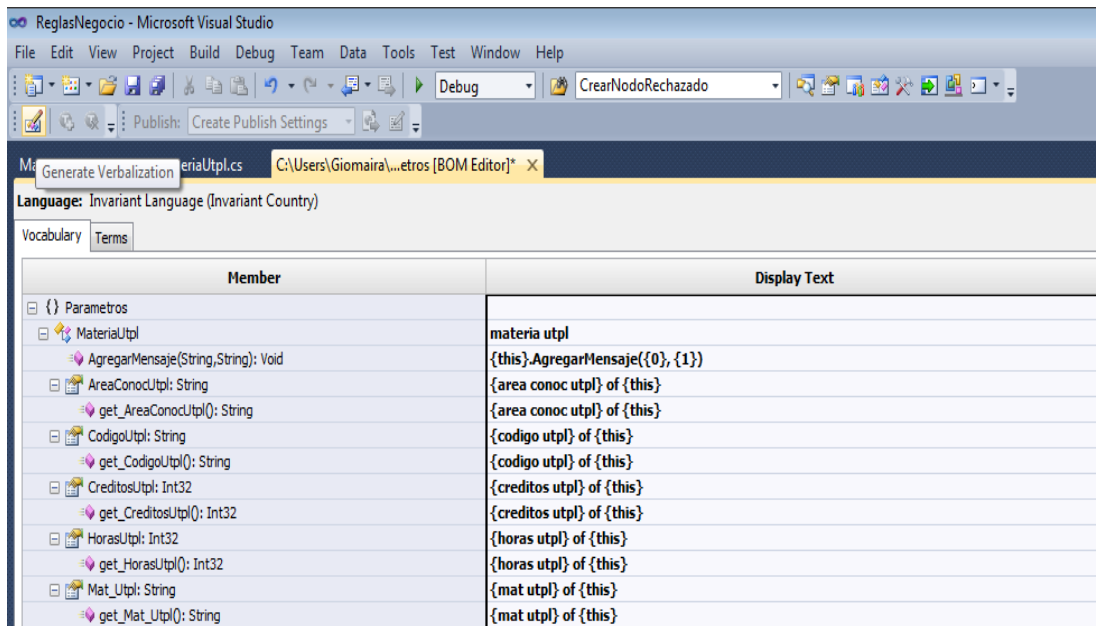


Figura 31. Vocabulario de las reglas.

El vocabulario que se genera se presenta en el siguiente formato:

{mat utpl} of {this}

- Las mat utpl es el nombre del parámetro.
- this se refiere a la clase que contiene el parámetro.

Se puede editar el vocabulario quedando de la siguiente manera:

{materia utpl} de {this}

Al momento de crear nuevos parámetros o editar los mismos en la librería de clases *Parámetros*; es necesario actualizar el BOM dando clic en la opción *Refresh* que se encuentra en la vista del BOM. (Ver Figura 32)

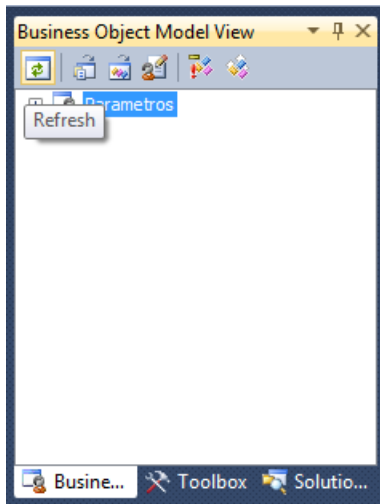


Figura 32. Opción Refresh

Después en el proyecto de reglas *Regla Convalidar* se debe hacer nuevamente referencia a la librería de clases, realizando el despliegue de las reglas como se indicó en el apartado 3.4

5. Descripción del ingreso de datos para el trámite de reconocimiento de estudios

Se debe acceder a <DirectorioTrabajo>\ReglasNegocio y ejecutar el proyecto; se presenta en la pantalla el formulario para ingreso de la información correspondiente al trámite de revalidación.

5.1. Ingreso datos de trámite

Se ingresa los siguientes datos del trámite:

- Código trámite: es el código de la solicitud que realiza el estudiante para el reconocimiento de estudios.
- Nombres del estudiante
- Apellidos del estudiante
- Cedula de identidad
- Universidad
- Carrera externa: la carrera de la que proviene el estudiante
- Carrera UTPL: la carrera de la UTPL a la que desea ingresar el estudiante.
- Modalidad de Estudios: la modalidad de la carrera UTPL.



Universidad Técnica Particular de Loja

Datos del Trámite

Código Trámite	<input type="text"/>
Nombres del Estudiante	<input type="text"/>
Apellidos del Estudiante	<input type="text"/>
Cédula del Estudiante	<input type="text"/>
Universidad	<input type="text"/>
Carrera Externa	<input type="text"/>
Carrera UTPL	<input type="text"/>
Modalidad de Estudios	<input type="text"/>

Figura 33. Datos del trámite

5.2. Ingreso de datos materia externa

Se ingresa los datos de la materia externa, la cual tendrá similitud de contenidos con una materia UTPL:

- **Materia externa:** es el nombre de la materia externa.
- **Créditos externa:** son los créditos que le corresponden a la materia externa.
- **Horas externa:** son las horas de clase que le corresponden a la materia externa.
- **Nota externa:** es la nota que obtuvo el estudiante en la materia externa.
- **Equivalencia:** es la calificación máxima que se aplica para aprobar las materias de la universidad externa.



El formulario muestra un título "Datos Materia Externa" en un encabezado azul. Debajo, hay una tabla con cinco filas y dos columnas. La primera columna contiene los campos de texto: "Materia Externa", "Créditos Externa", "Horas Externa", "Nota Externa" y "Equivalencia". La segunda columna contiene cinco cuadros de entrada de texto blancos con bordes azules, uno para cada fila.

Datos Materia Externa	
Materia Externa	<input type="text"/>
Créditos Externa	<input type="text"/>
Horas Externa	<input type="text"/>
Nota Externa	<input type="text"/>
Equivalencia	<input type="text"/>

Figura 34. Datos de la materia externa

5.3. Ingreso de datos materia UTPL

Se ingresa los datos de la materia UTPL que tiene similitud de contenidos con la materia externa que se ingresó previamente.

Para buscar la materia UTPL, se selecciona el programa académico y se da clic en el botón *Buscar*, después se elige el nombre de la materia UTPL y se da clic en el botón *Buscar Materia*, presentándose los datos de la misma; adicionalmente se debe ingresar el porcentaje de similitud entre la materia externa y materia UTPL.

Los datos son los siguientes:

- **Materia UTPL:** es el nombre de la materia UTPL.
- **Tipo materia:** es el tipo de materia UTPL.

- **Créditos UTPL:** son los créditos que le corresponden a la materia UTPL.
- **Horas UTPL:** son las horas de clase que le corresponden a la materia UTPL.
- **Porcentaje similitud:** es el porcentaje de similitud que existe entre los contenidos de la materia externa y materia utpl.

Datos Materia Utpl		
Programa Académico	INFORMATICA ECTS	Buscar
Materia UTPL	INGENIERÍA WEB	Buscar Materia
Tipo Materia	<input type="text"/>	
Creditos UTPL	<input type="text"/>	
Horas UTPL	<input type="text"/>	
Porcentaje Similitud	<input type="text"/>	
Guardar nuevo trámite	Guardar materia	Guardar nueva materia UTPL
Ejecutar Reglas	Reporte Aprobadas	Reporte Rechazadas

Figura 35. Datos de la materia UTPL.

El botón *Guardar nuevo trámite* se utiliza para crear un nuevo archivo xml cuando sea un nuevo trámite de reconocimiento de estudios.

El botón *Guardar materia* se utiliza cuando se ingresa una materia externa diferente a la que se ingresó, y se mantiene la materia UTPL ingresada anteriormente.

El botón *Guardar nueva materia UTPL* se utiliza cuando se ingresa una materia externa y una materia UTPL diferentes a las que se ingresaron anteriormente.

El botón *Ejecutar Reglas* se utiliza cuando ya se finaliza el ingreso de todas las materias que tienen similitud de contenidos; y se validan los parámetros especificados en las reglas de negocio.

El botón *Reporte Aprobadas* permite visualizar un reporte con los datos del estudiante y las materias que se han revalidado.

El botón *Reporte Rechazadas* permite visualizar el reporte con el listado de las materias que se no se han revalidado y el nombre de la regla que no se aprobó.

Con la información de entrada se genera un archivo xml con el siguiente formato:

```
<PROCESO>
<TRAMITE ID_TRAMITE="12810" TIPO_TRAMITE="REVALIDACIÓN" NOMBRE_ESTUDIANTE="LUIS GUSTAVO"
APELLIDO_ESTUDIANTE="AYALA TERÁN" CEDULA_ESTUDIANTE="0400659058" UNIVERSIDAD="PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR" CARRERA_EXT="INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN"
CARRERA_UTPL="INFORMÁTICA ECTS" MODALIDAD_UTPL="DISTANCIA" />
<CONVALIDAR>
<MATERIAS>
<MATERIA_EXT MAT_EXTERNA="DESARROLLO ESPIRITUAL" CREDITOS_EXT="2" HORAS_EXT="0"
NOTA_EXT="42" EQUIVALENCIA="50" />
<MATERIA_UTPL PROGRAMA_ACADEMICO="INFORMÁTICA ECTS" MAT_UTPL="JORNADA DE
INVESTIGACIÓN TEMÁTICA Y FORMACIÓN ESPIRITUAL (LA CREDIBILIDAD)" TIPO_UTPL="FORMACIÓN
BÁSICA" CREDITOS_UTPL="2" HORAS_UTPL="64" PORCENTAJE_SIMILITUD="50" />
</MATERIAS>
<MATERIAS>
<MATERIA_EXT MAT_EXTERNA="DOCTRINAS SOCIALES" CREDITOS_EXT="2" HORAS_EXT="0"
NOTA_EXT="35" EQUIVALENCIA="50" />
<MATERIA_UTPL PROGRAMA_ACADEMICO="INFORMÁTICA ECTS" MAT_UTPL="JORNADA DE
INVESTIGACIÓN TEMÁTICA Y FORMACIÓN ESPIRITUAL (LA CREDIBILIDAD)" TIPO_UTPL="FORMACIÓN
BÁSICA" CREDITOS_UTPL="2" HORAS_UTPL="64" PORCENTAJE_SIMILITUD="30" />
</MATERIAS>
</CONVALIDAR>
</PROCESO/>
```

Referencias

- IBM. Getting started - IBM WebSphere ILOG Rules for .NET.