



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

INGENERÍA DE CONOCIMIENTO
PARA LA MEJORA DE LA ORIENTACIÓN
ACADÉMICA
(2015-2020)

Elena Startseva



Tesis **Doctorales**

UNIVERSIDAD de ALICANTE

Unitat de Digitalització UA
Unidad de Digitalización UA



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

LINEAS DE INVESTIGACIÓN

Cibernética y Biótica. Modelado y simulación de sistemas biológicos

INGENERÍA DE CONOCIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA ORIENTACIÓN ACADÉMICA (2015-2020)

ELENA STARTSEVA

Tesis presentada para aspirar al grado de

**DOCTORA POR LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE
MENCIÓN DE DOCTORA INTERNACIONAL
(E013) DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD**

Dirigida por:

DR. JUAN ANDRÉS MONTOYO GUIJARRO

DR. FERNANDO ENRIQUE LLOPIS PASCUAL

Alicante, diciembre 2020

**“El infierno, en realidad, es un
poderoso estimulante”**

**John Dos Passos,
Años inolvidables**



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Agradecimientos | 7 |
| Благодарности | 9 |
| Resumen | 12 |
| Summary..... | 15 |
| Введение | 18 |
| | |
| CAPITULO 1. LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA COMO FACTOR FUNDAMENTAL PARA EL ÉXITO UNIVERSITARIO | 31 |
| INTRODUCCIÓN..... | 31 |
| 1.1. Actualidad de los estudios | 32 |
| 1.2 Métodos para adquirir los conocimientos con aplicación del método tipológico de Holland | 37 |
| 1.3. Introducción y estado de la cuestión..... | 44 |
| | |
| CAPITULO 2. DATOS INICIALES | 48 |
| 2.1. Formalización de datos iniciales..... | 48 |
| 2.2. Aplicación del método de análisis estadístico | 52 |
| Conclusiones de Capítulo 2 | 55 |
| | |
| CAPITULO 3. MODELO CONCEPTUAL PARA ELEGIR LA MEJOR ALTERNATIVA Y LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA ATD PARA ELEGIR UNA CARRERA UNIVERSITARIA. | 57 |
| 3.1. Declaración del problema de elegir la mejor solución | 57 |
| 3.2. Metodología para desarrollar un sistema de apoyo a la toma de decisiones al ingresar a la universidad | 59 |
| 3.3. Modelado de área temática basado en un enfoque estructural: un modelo de proceso para elegir la mejor carrera universitaria | 62 |
| 3.4. Modelo conceptual para elegir la mejor alternativa | 67 |
| 3.5. La estructura del SATD y la organización de la base de conocimiento para resolver el problema de elegir una carrera universitaria al ingresar a la universidad | 69 |
| Conclusiones del Capítulo 3 | 75 |
| | |
| CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIÓN AL INGRESAR A LA UNIVERSIDAD..... | 76 |
| 4.1. La estructura del sistema de apoyo a la toma de decisiones y la interacción de sus componentes | 76 |
| 4.2 Ingeniería ontológica de SATD | 77 |
| 4.3. Componentes de representación del conocimiento en SATD..... | 84 |
| 4.4 Metodología de la formación de reglas de toma de decisiones basadas en ontología | 88 |
| Conclusiones del Capítulo 4..... | 93 |
| | |
| CAPÍTULO 5. FORMACIÓN DE REGLAS DE TOMA DE DECISIONES PARA EL INGRESO A UNA UNIVERSIDAD..... | 94 |
| 5.1 Determinación de los criterios más significativos para elegir una rama de conocimientos..... | 94 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2 Desarrollo de una ontología para la toma de decisiones sobre la elección de rama de conocimiento y carrera de estudios universitarios..... | 98 |
| 5.3 Creación de normas para tomar una decisión sobre la elección de la rama de conocimiento y carrera de estudios en la Universidad de Alicante. | 106 |
| Conclusiones del Capítulo 5 | 117 |
| | |
| 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 118 |
| 6.1 Discusión | 118 |
| 6.2 Conclusiones..... | 119 |
| 6. DISCUSSION AND CONCLUSIONS | 121 |
| 6.1 Discussion..... | 121 |
| 6.2 Conclusions | 122 |
| 6.ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 124 |
| 6.1 Обсуждение..... | 124 |
| 6.2 Заключение..... | 126 |
| | |
| 7. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA | 129 |
| | |
| BIBLIOGRAFIA | 135 |



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Agradecimientos

El análisis objetivo me muestra que el éxito de esta investigación hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Llegar hasta aquí ha supuesto recorrer un largo camino, durante el cual he tenido la suerte de encontrarme con personas, sin cuyas aportaciones y colaboraciones, quizá, no hubiera logrado esta meta personal.

Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justa y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos. Debo agradecer de manera especial y sincera al Profesor Juan Andrés Montoyo Guijarro por aceptarme para realizar esta tesis doctoral bajo su dirección y tutoría. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable.

Este trabajo se ha convertido en lo que es ahora gracias a que hace cuatro años Fernando Llopis Pascual se hizo cargo de la dirección de mi trabajo. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Le agradezco también el haberme proporcionado el acceso a la información necesaria sobre los estudiantes de la Universidad de Alicante entre 2010 y 2017.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a la Dra. Liliya Chernyahovskaya, que ha estado a mi lado durante treinta años y fue la tutora de mi trabajo final de carrera universitaria y la directora de mi primera tesis doctoral. Sin ella, mi pensamiento nunca se habría dirigido a la ontología y a este tema, y, en general, nunca habría tenido lugar como científica no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigadora. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia, que hizo que nuestras siempre acaloradas discusiones redundaran benéficamente tanto a nivel científico como personal. No cabe duda de que su participación ha enriquecido el trabajo realizado y, además, ha significado el surgimiento de una sólida amistad.

Agradezco de manera especial al Dr. Ambrajei Anton por permitir que esta tesis doctoral se desarrollara en el marco de un proyecto internacional en su grupo y el grupo del Profesor Nikita Golovin en mi estancia virtual en el extranjero en San Petersburgo. Debo agradecer también su amabilidad y disponibilidad durante mis estancias en su grupo, durante las cuales tuve todo el soporte profesional para alcanzar los objetivos

perseguidos. Muchas gracias por permitirme vivir una experiencia tan importante para mi formación como investigadora. Quiero extender un sincero agradecimiento a la Dra. Anna Malakhova, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento de la construcción de ontologías en esta tesis. Su colaboración fue de gran ayuda durante la preparación de las reglas en SWRL. Le agradezco también por sus siempre atentas y rápidas respuestas a las diferentes inquietudes surgidas durante el desarrollo de este trabajo, lo cual se ha visto también reflejado en los buenos resultados obtenidos. Muchas gracias a la Dra. Natalya Nikulina, con quien realicé el método de análisis jerárquico. Su siempre atenta y efectiva colaboración durante gran parte de la realización de este trabajo se vio reflejada en muchos de los resultados obtenidos. Aprovecho para agradecer también a la Dra. Camila Derkach, quien también colaboró activamente conmigo como experta en la toma de decisiones en enseñanza. Para ellos, mis más sinceros agradecimientos.

Para mis correctores, Inessa Dracheva y Lorena Juan Abad, tengo sólo palabras de agradecimiento, especialmente por aquellos momentos en los que pude ser inferior a sus expectativas: ha sido un camino duro en el que, algunas veces, la fijación por lograr tus objetivos te hace olvidar la importancia del contacto humano. Sin embargo, como en todas las actividades de la vida, siempre al final hay algunos criterios que te permiten priorizar y es por ello que debo resaltar mis agradecimientos para personas especiales de mi vida. Agradezco a cada uno de los amigos en los que encontré su apoyo, a través de palabras de ánimo cuando a veces creía que no sería posible, sobre todo en esos momentos en los que estaba agotada

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura empresa. A mis padres, Luybov y Boris, por su ejemplo de lucha y honestidad; a mis hijos, Dimitri y Roman por su paciencia, inteligencia y generosidad. Ellos crecieron y se convirtieron en mis amigos, con quienes puedo compartir mis planes y discutir proyectos. Sus interesantes pensamientos a menudo me hacen echar un nuevo vistazo a mis ideas y planes. Fue con el ingreso de uno de ellos a la universidad que este proyecto comenzó.

Finalmente, debo agradecer a la Universidad de Alicante por haberme permitido realizar este Tesis Doctoral mediante la ayuda de grandes personas dedicadas a las ciencias de la salud, educación e investigación.

Благодарности

Объективный анализ показывает мне, что успех этого исследования, как и само это исследование были бы невозможны без участия людей и организаций, которые сделали возможной эту работу и позволили мне дойти до финиша для достижения ее успешного завершения. Попасть сюда, на это мероприятие означало пройти долгий путь, во время которого мне посчастливилось встретить людей, без чьего вклада и сотрудничества, я бы не достигла этой личной цели.

Поэтому для меня настоящее удовольствие использовать эту возможность, чтобы быть справедливым и выразить мою благодарность этим людям. Я хочу особенно искренне поблагодарить профессора Хуана Андреса Монтойо Гуахарро за то, что он принял меня, совершенно неизвестного ему человека, для выполнения этой докторской диссертации под его руководством и наставничеством. Ваша поддержка и уверенность в моей работе с самого начала и Ваша способность решать, непростые для иностранца, бюрократические вопросы стали неоценимым вкладом.

Эта работа стала тем, чем она является сейчас, благодаря тому, что четыре года назад Фернандо Йопис Паскуаль взял на себя обязанность директора и наставника моей работы. Идеи этих двух людей, основанные на их ориентации в современных тенденциях развития систем и строгости при рассмотрении моих предложений, были ключом к хорошей работе, которую мы проделали вместе, и которая не могла бы быть осуществлена без их участия. Я также благодарю вас за то, что вы смогли получить и предоставили мне доступ к необходимой информации о студентах Университета Аликанте, которые проходили обучение в период с 2010 по 2017 год. Эти данные позволили мне сделать объективный анализ текущей ситуации в Университете.

Больше всего я хочу выразить искреннюю благодарность доктору технических наук Лилии Рашитовне Черняховской, которая была рядом со мной в течение тридцати лет. Это мой самый важный учитель в жизни. Она была наставником моего дипломного проекта в университете, руководила моей кандидатской и первой докторской диссертацией. Без нее мои мысли никогда бы не обратились к проектированию онтологий и этой теме, более того, если говорить откровенно, то без ее веры в меня и поддержки я бы никогда не

состоялась как ученый. Если бы ни этот человек, то я никогда не решилась бы на это исследование, как и на написание моей кандидатской диссертации. Прежде всего, я хочу подчеркнуть ее готовность и терпение, которые сделали наши встречи и обсуждения полезными как в научном, так и в личном плане. Несомненно, ее участие обогатило эту работу и, кроме того, продолжило наше научное общение и дружбу.

Выражаю огромную благодарность доктору Антону Николаевичу Амбражею за то, что он позволил доработать эту докторскую диссертацию в рамках международного проекта: «Проектирование бизнес-процессов интеллектуального предприятия» в его группе и группе доктора Никиты Михайловича Головина во время моей виртуальной стажировки в Санкт-Петербурге. Очень хочу поблагодарить Вас за Вашу доброту и постоянную доступность во время моей стажировки в Вашей группе, изящные решения сложных организационных вопросов и профессиональную поддержку для достижения поставленных целей. Большое спасибо за то, что позволили мне пережить такой важный опыт для моего обучения в качестве исследователя.

Я хочу выразить искреннюю благодарность кандидату технических наук Анне Ивановне Малаховой за ее терпение, доступность и желание поделиться своим опытом и обширными знаниями в вопросах построения онтологий. Ваш вклад был очень полезен при подготовке SWRL-правил. Я также благодарю Вас за Ваши всегда внимательные и быстрые ответы на различные вопросы, возникающие в ходе разработки онтологии, что также нашло отражение в полученных результатах. Большое спасибо кандидату технических наук Наталье Олеговне Никулиной, моей близкой подруге, с которой вместе мы провели расчеты значимости критериев по методу анализа иерархий. Всегда внимательное отношение и эффективное сотрудничество с этим человеком, на протяжении большей части моей жизни, нашло отражение во многих моих научных работах и, в том числе, в результатах этой работы. Я также пользуюсь этой возможностью, чтобы поблагодарить кандидата технических наук Янгуразову Наилу Рамилевну и кандидата технических наук, а теперь докторанта университета Аликанте Камилу Радиковну Деркач, которые активно сотрудничали со мной в качестве экспертов в области образования при построении правил принятия решений по обучению. Им моя искренняя благодарность.

К моим корректорам, Инессе Владимировне Драчевой и Лорене Хуан Абад у меня есть только слова благодарности за их «красный карандаш» и понимание, особенно за те моменты, когда я могла оказаться ниже их ожиданий: это был трудный путь, на котором иногда стремление к достижению своих целей заставляет забыть важность человеческого контакта. Однако, как и во всех делах в жизни, в конце всегда есть критерии, которые позволяют нам расставить приоритеты, и поэтому я хочу выразить свою благодарность особым людям в моей жизни. Моим друзьям, которые сейчас далеко, но не жалеют своего времени и поддерживают мое настроение своими добрыми словами, шутками и песнями: Яна, Ян, Геннадий, Лада, Максим, Андрей и Сергей, спасибо вам огромное!

И, конечно же, здесь огромная и самая сердечная благодарность моей семье. Без их поддержки, понимания и вдохновения меня это нелегкое дело было бы невозможно. Выражаю огромную благодарность моим родителям, Любви и Борису, за их веру в меня, за постоянную мамину поддержку и личный пример. Очень благодарна моим детям Дмитрию и Роману за их терпение, ум и понимание. Они выросли и стали моими друзьями, с которыми я могу делиться своими планами и обсуждать проекты. Их интересные мысли часто заставляют меня по-новому взглянуть на свои идеи и планы. Именно с поступления одного из них в университет Аликанте и начался этот проект.

Наконец, я должна поблагодарить Университет Аликанте за предоставленную мне возможность защитить докторскую диссертацию.

Resumen

Actualmente, nos enfrentamos con un problema por la gran cantidad de jóvenes perdidos en frente de la decisión sobre su orientación profesional. Es una cuestión interesante por qué este desafío es tan actual en España- el país que invierte en educación más que la media de los países de OCDE. Cada alumno cuesta al gobierno alrededor de 9000 euros al año, mientras que más del una tercera parte de los estudiantes se despiden de las universidades a lo largo del primer curso

La alta tasa de abandono escolar y la alta duración de los estudios entre los estudiantes de grado representan un desafío creciente para la sociedad moderna. Los resultados de esta investigación permiten ayudar a los jóvenes en el proceso de toma de decisiones implicado en la elección del campo universitario del estudio que encaja con sus necesidades y capacidades. Para ayudar en este desafío hemos elaborado un sistema de apoyo en la toma de decisiones que asistirá a los candidatos en la elección de la mejor opción del campo de estudio. El sistema mencionado está basado en un mecanismo de la ontología e inteligencia artificial.

Ha cobrado gran relevancia la adecuada preparación de los jóvenes en la época de los cambios de los paradigmas sociales, económicos, familiares, hasta la libertad de la identidad genérica siendo implantada en la mente de la gente joven. Los avances tecnológicos que ha habido en los últimos años nos hacen cada día más dependientes de los dispositivos más sofisticados y nos convertimos en los periféricos de las máquinas desvirtuando nuestro papel de seres creativos y conscientes. Por lo tanto, el nivel de frustración, de ira e inquietud, igual que otros sentimientos negativos se expanden dejando a las generaciones venideras perdidas y desorientadas. La brecha entre los conocimientos dados por las instituciones de la enseñanza y los requerimientos del mercado laboral y de la sociedad va aumentándose.

Todo ello prueba que las soluciones corrientes basadas en las teorías aceptadas y reconocidas en el mundo de los consultores profesionales no nos lleva en el sentido deseado, sino que incrementa la inseguridad e incertidumbre en la búsqueda del éxito para las personas jóvenes. Sobre todo, en los tiempos del caos con el COVID-19, quitándoles las ganas y los estímulos para el desarrollo personal y, como consecuencia, frena el desarrollo global de la humanidad funcionando como una bomba de relojería a punto de explotar.

Esta tesis se dedica a la búsqueda y análisis científico de los sistemas de apoyo para identificación personal (sus capacidades, sus puntos fuertes, sus aficiones, etc.) adecuada, a fin de que los estudiantes apliquen la información individualizada para tomar las decisiones personales adecuadas para exponer su potencial y triunfar en sus vidas sin hacerse dependientes de las pautas y limitaciones inculcadas por los antiguos moldes del patrocinio y educación generalizada, que no tienen en cuenta las diferencias entre unas personas y otras.

Para diferenciar a las personas e identificar las características más marcadas de cada personalidad, en el trabajo se ha utilizado el modelo de Holland.

El modelado y simulación de los sistemas biológicos tan difíciles como el humano se proponen utilizar los métodos y técnicas de control de los sistemas complejos en situaciones críticas como: ontologías, métodos de minería de datos, árboles de decisión, reglas de inferencia y método de Holland aplicados en este estudio para gestionar el proceso de identificación del rumbo para poder triunfar en la vida profesional de un estudiante de Grado y, como consecuencia, conseguir una vida más saludable y plena. Dentro de este trabajo se consideran como criterios los marcadores más significativos de apoyo en la toma de decisiones que asistirá a los candidatos en la elección de la mejor opción del campo de estudio.

En el marco de este proyecto de la tesis doctoral se ha investigado a los estudiantes como un sistema dinámico, complejo y progresivo con el uso de los métodos de la inteligencia artificial. Con este objetivo se realizó el análisis de los procesos tanto actuales como retrospectivos con el complejo de indicadores de procedencia, modalidad, expediente académico. Esto ayudó a detectar los índices más importantes, el efecto de los cuales se correlaciona directamente con su resultado.

Para sintetizar los resultados obtenidos en ontología se ha usado el Protége 5.0. Parte fundamental de este trabajo es su orientación basada en los datos reales. En el trabajo se han usado los datos de la investigación de más de 60000 estudiantes de la Universidad de Alicante durante el periodo 2010-17. En el proyecto participaron los expertos de psicología y de educación. Igualmente, soy autora de más de 100 artículos y otras publicaciones sobre diseño de ontologías aplicadas al ámbito comercial.

Objetivo general de la tesis: Metodología para desarrollar un sistema de apoyo a la toma de decisiones al ingresar a la universidad que permita optimizar tiempo dedicado a los estudios y mejorar la calidad de vida y el rendimiento académico de los estudiantes.

Objetivo 1: Desarrollo de BPMN-modelo del proceso a la toma de decisiones para elegir la mejor carrera universitaria

Objetivo 2: Identificación de los factores significativos con método de análisis jerárquico, el efecto de los cuales se correlaciona directamente con los resultados de elección de la carrera universitaria y, además, afectan al rendimiento de los estudiantes.

Objetivo 3: Desarrollo de la ontología y definición de las interrelaciones entre los factores clave.

Objetivo 4: Formación del principio modular un base de conocimiento. Elaboración de las reglas de entrada a la universidad, las reglas de elección de la rama de los estudios universitarios, y las reglas para mejorar el rendimiento académico con la finalización satisfactoria de los estudios universitarios.

Objetivo 5: Comprobación de la ontología por formación de las consultas.

Como consecuencia de los resultados obtenidos que se presentan en este trabajo, podemos concluir que el alumno se puede beneficiar del sistema de reglas elaboradas en este trabajo que le ayude a elegir adecuadamente su carrera de Grado.

Además, permite poder anticipar los itinerarios a elegir durante la etapa de educación secundaria para así incrementar su preparación para las PAU. También, el estudio realizado puede ayudar a la selección de itinerarios o asignaturas que los estudiantes deberían elegir en Bachillerato para tener mayores probabilidades de éxito en la finalización de un grado universitario en concreto.

Palabras clave: orientación profesional, abandono escolar, estudiantes de grado, campo universitario del estudio, proceso de toma de decisiones, sistema de apoyo en la toma de decisiones, ontología, inteligencia artificial, identificación personal, árboles de decisión, reglas de inferencia, método de Holland, rendimiento académico, elección de la rama de los estudios universitarios, elección de carrera

Summary

Currently, we are dealing with the great number of problems of young people who are “lost” in the face of making decisions about their future profession. Topical nature of this issue particularly in Spain appears striking because of this country invests in education more than the average of OECD countries. Each student costs the government 9000 euros per year, while more than one third of students will be dismissed during the course.

The high drop-out rate and the high total duration of studies among undergraduate students represent a growing challenge to modern society. The results of this research will help young people in the decision-making process involved in choosing the university field of study that matches their needs and abilities. To assist in this challenge, we have developed a decision support system that will assist candidates in making the best choice of their field of study. This system is based on a mechanism of ontology and artificial intelligence.

The adequate preparation of young people has become very important in the modern conditions of rapidly changing social, economic and family paradigms which includes the freedom of generic identity, all of this being implanted in the minds of young people. The technological advances that have taken place in recent years make us more and more dependent on highly sophisticated devices and we become the peripherals of the machines, distorting our role as creative and conscious beings. Therefore at the same time the level of frustration, anger and restlessness, as well as other negative feelings expand, leaving generations lost and misguided. The gap between the knowledge given by the educational institutions and the requirements of the labour market and society is increasing.

All mentioned above proves that the current solutions based on the accepted and recognized theories of professional consultants do not lead us in the desired direction, but rather increase the insecurity and uncertainty in success for young people especially in the times of havoc of COVID-19 by taking away their desire and motivation for self-development and as a consequence it slows down the global development of humanity by functioning as a time bomb that will explode.

This thesis is dedicated to the search for and scientific analysis of appropriate personal identification support systems (their capabilities, their strengths, their hobbies, etc.) so that people will apply the personalized information to make the right personal

decisions to expose their potential and succeed in their lives without becoming dependent on the patterns and limitations instilled by the old frames of patronage and generalized education without taking into account how different each person is.

Holland's model has been used to differentiate people and identify the strong characteristics of each personality at work.

Modeling and simulating biological systems so difficult as the human one proposes to use methods and techniques to control complex systems in critical situations such as: ontologies, data mining methods, decision trees, inference rules and Holland's method applied in this study to manage the process of identifying the course to succeed in the professional life of an undergraduate student and consequently achieve the healthiest and longest life. Within this work are considered following criteria markers, among which the most significant in their order are: HollandTestProfile, MajorHS, MajorUni, CutOffMark, EntranceMark, EntranceExam, FCPerspective, StudyField.

In the framework of this doctoral thesis project, students have been investigated with the methods of artificial intelligence methods as a dynamic, complex and progressive system. For this objective, the analysis of both current and retrospective processes was carried out with the complex of indicators of origin, modality, academic record. This helped to detect the most important indexes, the effect of which is directly correlated to its result.

To synthesize the results obtained in ontology the Protégé 5.0 was used. A fundamental part of this work is its orientation based on real data. In this work have been used data from the research of more than 60,000 students from the University of Alicante during the 7 years. In this project I invited to participate psychology and education experts. At the same time, I am also the author of more than 100 articles and other publications dedicated to the ontology design applied to the commercial field.

The main objective of the thesis: Methodology of establishing a decision support system which will enable applicants to make a decision on the selection of the speciality when enrolling in university, thereby optimizing the time devoted to receiving a degree and improve the quality of life and academic performance.

To achieve this goal, the following objectives are addressed:

Objective 1: Development of a BPMN model of the decision-making process when choosing a field of education at the university.

Objective 2: Identification of significant factors using an analytic hierarchy method, which directly correlates with the results of choosing a university degree, and, moreover, affects the students' academic performance.

Objective 3: Development of an ontology, formation of classes and identification the connections between the key factors.

Objective 4: Development of a modular DSS knowledge base that includes: general university admission rules, rules of admission to a certain specialty and the rules of succeeding in studying this degree, considering the linguistic variables, which allow setting fuzzy values to the specific parameters presented in the rules.

Objective 5: Experimental verification of the accuracy of the ontology by forming queries.

As a consequence of the results obtained that are presented in this work, we can conclude that the student can benefit from the system of rules developed in this work that will help the future university student to choose their degree course adequately.

In addition, it allows to anticipate the routes to be chosen during the secondary education stage in order to increase their preparation for PAU-exam. Also, the study carried out can help in the selection of itineraries or subjects that students should choose in the Baccalaureate in order to be more likely to succeed in completing a particular university degree.

Keywords: future profession, drop-out rate, undergraduate students, university field of study, the decision-making process, decision support system, ontology, artificial intelligence, personal identification, decision trees, inference rules, Holland's method, academic performance, choosing the branch of university studies, choosing a career.

Введение

В настоящее время общество сталкивается с проблемой растерянности большого количества молодых людей перед принятием решения о своей профессиональной ориентации. Возникает резонный вопрос, почему эта проблема так актуальна в Испании – стране, которая вкладывает в образование больше, чем в среднем по странам ОЭСР. Каждый студент обходится государству примерно в 9000 евро в год, при этом более трети студентов отчисляются из университетов в течение первого года обучения. Высокий процент отсева и увеличившаяся продолжительность обучения студентов бакалавриата представляют собой растущую проблему для современного общества Испании.

Результаты этого исследования показывают, что современные методы построения интеллектуальных систем могут применяться в процессе принятия решений, связанных с выбором направления обучения в университете, которое соответствовало бы индивидуальным потребностям и способностям абитуриента. Для решения этой задачи в работе предлагается разработать систему поддержки принятия решений, которая поможет абитуриентам выбрать для себя наилучший вариант специальности обучения из имеющихся в университете.

Адекватная профессиональная подготовка молодых людей во времена изменений парадигм в социальных, экономических и семейных отношениях, когда даже свобода выбора собственной гендерной идентичности уже имплантирована в умы молодых людей, стала очень важной. Технологические достижения последних лет делают нас все более зависимыми от сложных устройств, техническая сложность и колоссальная вычислительная мощность которых делает человека практически периферийным устройством машины, нивелируя его роль творческого и сознательного существа. Следовательно, уровень разочарования, гнева и беспокойства, а также других негативных чувств растет, оставляя будущие поколения потерянными и дезориентированными перед принятием жизненно важных решений. Разрыв между знаниями, предоставляемыми образовательными учреждениями, опытом предыдущих поколений и требованиями рынка труда и общества все больше увеличивается.

Все это показывает, что нынешние решения, основанные только на теориях, принятых и признанных в мире профессиональных консультантов, не ведут нас в желаемом направлении выбора специальности для обучения, а, скорее

наоборот, увеличивают незащищенность и неуверенность молодежи в поисках направлений собственной успешности и адекватности в обществе будущего.

Особенно это исследование становится актуальным во времена хаоса, вызванного COVID-19, который лишает молодежь желаний и стимулов к личному развитию и, как следствие, замедляет глобальное развитие человечества, поэтому его последствия можно сравнить с бомбой замедленного действия, которая вот-вот взорвется в сфере образования.

Эта диссертация посвящена анализу существующих методов принятия и адаптации решений, а также проектированию системы поддержки принятия решений, которая будет использоваться для принятия решений, известные в психологии, методы идентификации личности, т.е. будет учитывать выявленные в ходе опроса абитуриента способности, сильные стороны и предпочтения. Основная особенность разрабатываемой системы заключается в возможности учета индивидуальных характеристик абитуриента для принятия жизненно важных решений. Такой подход позволяет раскрыть потенциал каждой отдельной личности и помочь абитуриенту сориентироваться во всем многообразии предлагаемых специальностей. А это, в свою очередь, позволит ему добиться успеха в своей жизни, не попадая в зависимость от принципов и ограничений старых моделей принятия решений, что уже изжили себя и не принимают во внимание психологические особенности и потребности современных молодых людей.

Исследования, проведенные в университете г. Аликанте, показали, что более половины абитуриентов выбирают специальность, не связанную со школьной специализацией, полученной в старших классах. И это несмотря на то, что с целью подготовки к дальнейшему обучению в университете и получению профессии ученики старших классов в Испании проходят специализацию по трем направлениям: естественнонаучному, экономико-социальному и гуманитарному. Анализ данных 11923 студентов университета Аликанте, показывает, что несмотря на то, что в старших классах ученики были распределены практически в равных пропорциях по трем направлениям обучения, в университете 64% студентов предпочли экономику и социальные науки и лишь 8% видят необходимость в изучении языков и гуманитарных наук (см. рисунок 2.2). Более того, даже это распределение корректируется в процессе всего цикла обучения. Эти цифры заставляют задуматься о том, что половина учеников не

удовлетворена своим школьным выбором и еще больше учеников сомневаются в правильности своего следующего важнейшего шага на жизненном пути.

В то время как общее число студентов в мире постоянно увеличивается, растет количество и тех, кто не переходит на второй курс. Высокий процент отчислившихся и затянутое на долгие годы получение высшего образования среди студентов бакалавриата увеличивает затраты государства на подготовку и переподготовку кадров. Мировая статистика говорит о 30% ежегодно отчисляющихся студентов. В Испании этот процент чуть выше – более половины испанских студентов бакалавриата не получает ученую степень за положенные 4 года обучения, более трети студентов просто бросают учебу.

В 2017/2018 учебном году расходы бюджета на образование в Испании превысили 51 миллиард евро, из которых 20% (более 10 млрд. евро) были направлены непосредственно в систему высшего образования, еще 530 миллионов евро были выделены студентам в виде учебных стипендий. При этом 1/3 всех поступивших в университеты оказываются неудовлетворенными выбранной специальностью и являются кандидатами на отчисление, что в итоге оборачивается неэффективным более чем трехмиллиардным бременем для социального бюджета страны.

Очевидно, что стратегия управления подготовкой специалиста должна быть комплексной и со стороны государства формироваться на основе тенденций общей стратегии развития экономики. Профессиональная подготовка должна способствовать развитию и мобилизации всех внутренних резервов каждого отдельного специалиста, полного и комплексного использования его интеллектуального капитала.

Целью исследований в области управления в сфере образования является поиск способов естественной мотивации на обучение и заблаговременное планирование развития ученика как личности, способной к самостоятельному выбору наилучшего направления обучения. Таким образом, целью этой работы является построение такой системы поддержки принятия решений, которая позволит каждому ученику ответить на свои собственные вопросы при принятии первых стратегических (долгосрочных) решений в своей жизни. И это именно те решения, от результатов которых будет зависеть желание учиться, объем и качество усвоения информации, удовлетворенность полученной специальностью,

а в дальнейшем успешность и адаптация каждого конкретного человека в современном обществе.

Моделирование и симуляция биологических систем, таких сложных, например, как система принятия решения человеком в условиях неопределенности, показывает, что для моделирования процесса принятия решения по выбору специальности при поступлении в вуз можно использовать методы моделирования и управления, которые традиционно принято использовать при моделировании работы сложных технических систем в критических ситуациях, такие как: онтологии, методы интеллектуального анализа данных, деревья решений, правила продукций и метод Холланда. В данной работе эти методы применяются для поддержки принятия решений двух типов на разных уровнях абстракции: во- первых, в процессе определения направления обучения в вузе и, во- вторых, при выборе определенной специальности в данном направлении обучения. Конечно, возможность преуспеть в профессиональной жизни зависит от целого комплекса факторов, но даже возможность выбрать специальность «по душе» и, как следствие, добиться более здоровой и полноценной жизни является большим и важным шагом для каждого человека.

Цель решения многокритериальной задачи выбора специальности – определить наилучшую с точки зрения абитуриента специальность вуза с учетом его индивидуальных предпочтений.

При решении многокритериальной задачи выбора наилучшей специальности вуза учитываются следующие факторы:

- многоуровневость системы частных (локальных) критериев и их неравнозначность (критерии вносят разный вклад в интегральную оценку альтернативы);
- необходимость одновременного учета как количественных, так и качественных заданных критериев оценки альтернатив;
- необходимость согласования мнений экспертов;
- многократность процесса выбора;
- совместимость объективных и субъективных характеристик элементов задачи.

Кроме вышперечисленных факторов, нужно добавить, что исследуемый в данной работе процесс принятия решений абитуриентом обладает большим

количеством альтернатив, и выполняется в условиях неопределенности, что добавляет трудности при определении значений по каждому критерию и при выборе наилучшего решения. Так как исследуемый процесс в основном носит социальный характер, то наибольшую сложность представляет этап извлечения и формализации информации и процесс обработки информации об альтернативах, критериях, и системах предпочтений. Процедура извлечения информации основана на статистическом анализе данных, содержащихся в базе данных, предоставленной университетом Аликанте, ее агрегация и интерпретация, в основном, опирается на опыт, знания и эвристические приемы экспертов исследуемой предметной области.

В работе предложен подход к построению системы поддержки принятия решений на основе инженерии знаний. На основе предложенного подхода создана методика разработки базы знаний СППР, включающая алгоритмы формирования рекомендаций по принятию решений, которая базируется на методах инженерии знаний и использует онтологический подход для моделирования предметной области.

На этапе идентификации проблемной области определяются задачи, которые должны решаться с помощью разрабатываемой системы, ее основные функции, «очерчивается контур» будущей системы. В результате данного этапа составляется спецификация системы, определяется коллектив разработчиков, коллектив экспертов (специалистов предметной области), с которыми предстоит взаимодействовать инженеру по знаниям. Кроме того, анализируется документация (нормативные документы, положения, инструкции, отчеты и т.д.), в которой содержится та или иная информация о правилах поступлении в вуз.

ВPMN-анализ и моделирование проводится с использованием программного средства Business Studio. Результатом выполнения данного этапа являются BPMN-модель процесса управления и BPMN-модель представления знаний в системе поддержки принятия решений. Разрабатываемая процессная модель отражает причинно-следственную связь принимаемых решений – процедуры принятия решений – и выделяет те места, где пользователю приходится оценивать целый ряд альтернатив принятия решений и на основе имеющихся знаний и своего опыта принимать решение. При декомпозиции процессной модели до отдельных работ получается набор действий, которые приходится осуществлять лицу, принимающему решения, для выбора одного из возможных решений. Для

поддержки принятия именно таких решений используются экспертные системы или системы поддержки принятия решений. Выделение процессов принятия решений позволяет продумать набор правил принятия решений внутри каждого процесса. Эти правила составляют основу разрабатываемой системы поддержки принятия решений – базы знаний (Yanguzarova, 2006).

Для решения исследуемой задачи при проектировании структуры базы знаний системы проводятся следующие этапы:

- 1) формирование процессной модели;
- 2) использование процессной модели при определении структуры классов и отношений и их реализация в онтологии.

Анализ предметной области показал, что:

- 1) к основным особенностям исследуемой задачи относятся следующие:
 - неопределенность; решается многокритериальная задача в условиях неопределенности, при этом информация, необходимая для принятия решений по большей части носит качественный характер;
 - многокритериальность, причем исследуемые критерии представлены в различных шкалах измерений (интервальная, номинальная, порядковая);
- 2) методы теории принятия решения и методы оптимизации (метод главного критерия, метод линейной свертки, метод максиминной свертки) не могут быть использованы для решения исследуемой задачи по причинам:
 - большого числа критериев и альтернатив;
 - наличия номинальной шкалы измерения критериев, то есть не представляется возможным воспользоваться механизмом любого вида свертки;
 - отсутствия необходимости минимизировать или максимизировать критерии;
- 3) направления обучения в вузе чрезвычайно разнообразны и каждое направление характеризуется различными видами критериев: общим для всех специальностей внутри направления обучения и собственным набором критериев, раскрывающих индивидуальные особенности обучения на конкретной специальности. Такое количество критериев значительно увеличит размерность исследуемой задачи.

Для решения поставленной задачи предлагается сузить множество альтернатив (с помощью разделения на кластеры) и провести агрегирование

критериев. Полученные подмножества позволят ограничить область поиска и определить набор критериев, что существенно облегчит решение задачи выбора наилучшей специальности.

Таким образом, для решения исследуемой задачи формирования БЗ разработана BPMN модель формирования БЗ СППР (рисунок 3.2), выделены процессы принятия решений на диаграмме верхнего уровня, определена их иерархия, на основе которой созданы подпроцессы принятия решений (см. рисунки 3.3, 3.4).

Следующим этапом предложенной методики построения базы знаний СППР является онтологический анализ процесса поддержки принятия решений, в ходе которого осуществляется отбор и систематизация факторов, влияющих на формирование классов и отношений; структуризация (определение входных, промежуточных и выходных переменных для иерархической структуры базы знаний), построение логической модели онтологии в соответствии с определенной структурой.

Основой онтологического анализа является структура понятий СППР, представленная в иерархии диаграмм BPMN. Для уточнения и развития результатов анализа предложен комплексный метод извлечения концептов, включающий анализ комплекса структурных моделей с учетом знаний и опыта экспертов и автоматизированный лингвистический анализ текстов. Были проанализированы термины предметной области, которые впоследствии были преобразованы в классы онтологии и отношения между этими классами. Уточнение терминов проводилось на основании графических иерархий построения отношений между ними на основе индуктивной логики. Термины импортированы из глоссария BPMN-модели и уточнялись вручную. Автоматическое выделение терминов и отношений позволило построить иерархию классов в соответствии с иерархией наследования свойств и совстречаемости терминов, описывающих сущности.

Описание онтологии произведено на языке OWL DL (Ontology Web Language based on Description Logic). Онтология обеспечивает общий словарь терминов для решения задач выбора, определяет семантику сообщений и отвечает за интерпретацию контекста сообщений. Онтология задает единое информационное пространство, позволяющее представить знания экспертов в форме предметных онтологий и онтологии верхнего уровня, общих правил

поступления в вуз, правил управления в проблемных ситуациях выбора направления обучения и в выборе специальности внутри направления. Также в онтологии определены соответствия между 6 основными профилями по Холланду и пятью группами специальностей, предлагаемых университетом Аликанте (см. рисунок 5.3).

Новизна предложенного подхода состоит в предложении сопоставить шесть основных профилей, выделенных по методу Холланда группам специальностей, предлагаемых университетом Аликанте. Группировка специальностей выполняется в соответствии с информацией, представленной на официальном сайте университета Аликанте. Этот этап проводится совместно с экспертами и представляет собой формирование объектных отношений между классами в онтологии.

На этапе разработки базы знаний повышается адекватность онтологической модели, поскольку при определении правил системы поддержки принятия решений, вносятся корректировки и изменения в саму онтологию. Соответственно, данный этап проводится также совместно с экспертами и представляет формирование и подготовку необходимого набора данных и знаний и формулировку правил принятия решений.

Новым в данном подходе является также то что, на этом этапе на основе экспертных оценок формируются исходные данные для оценки возможных вариантов решений с использованием лингвистических переменных. Знания, логическая система которых упорядочена, представлены в модуле правил. Множество правил содержит правила приема, правила выбора направления обучения и специальности. В управлении процессом принятия решений действия часто выполняются альтернативно в зависимости от условий. Это отвечает структуре управления, часто называемой “XOR - split” или «простой выбор». Задачи принятия решений в управляемом процессе выделяются в соответствии с узлами принятия решений, выделенными на процессных диаграммах. Для подобных узлов сформированы правила принятия решений с использованием онтологии.

База знаний структурирована в соответствии с множеством классов, выделяемых по результатам онтологического анализа. Для формирования рекомендаций по принятию решений предложено использовать метод прогрессивных рассуждений (progressive reasoning), основанный на выделении в

процессе принятия решений по выбору направления обучения трех уровней поддержки принятия решений. Первый уровень управления использует правила поступления и существующие в Испании стандарты обучения (LOMCE) в соответствии с которыми определяется список условий, необходимых для поступления, затем учитываются индивидуальные предпочтения и результаты расчетов синтетического показателя, состоящего из результатов окончания школы и вступительных испытаний (EVAU). Часть правил направлена на выбор направления обучения, т.е. это уровень стратегического управления выбора профессии. Затем на основании выбранного направления и учитывая значения вступительного балла абитуриенту даются рекомендации по выбору специальности. Предложенный подход отличается тем, что иерархии поиска знаний выстроена не только по задачам и горизонтам планирования, но и по степени абстрактности и степени уверенности в знаниях: от правил выбора направления обучения к правилам выбора специальности внутри выбранного направления. В детерминированной постановке задачи поиск решений в пространстве состояний объекта управления производится в соответствии с методом дедуктивного вывода решений на множестве правил и реализован на основе известного алгоритма *ID3*.

Результаты расчета значимости критериев были получены на основе метода Т. Саати, методов статистического анализа данных и непосредственных экспертных оценок. В рамках данной работы в качестве критериев рассматриваются следующие маркеры, среди которых наиболее значимыми по порядку являются:

- Профиль по Холланду, полученный путем анкетирования и показывающий предрасположенность абитуриента к определенному направлению обучения или профессии (HollandTestProfile),
- Направление школьного обучения в старших классах (MajorHS),
- Университетская специальность (MajorUni),
- Проходной балл при поступлении на университетскую специальность (CutOffMark),
- Результат вступительных экзаменов, как общий синтетический показатель (EntranceMark),
- Вступительный экзамен по предмету (EntranceExam),

- Перспектива развития специальности в соответствии с общим прогнозом развития рынка труда (FCPerspective),

- Направление обучения в университете, как совокупность «родственных» специальностей (StudyField).

Результаты расчетов (см. таблицу 5.3) показали, что первостепенную значимость при выборе направления обучения в университете приобретает тестирование по методу Холланда, которое позволяет определить предрасположенность абитуриента к конкретной профессиональной деятельности.

На основе взвешенной оценки критериев построена иерархия критериев, представленная в онтологии. Эта иерархия также является основой цепочки логического вывода, представленной в правилах принятия решений по выбору специальности. Для синтеза результатов и построения онтологии использовался редактор онтологий Protégé 5.0.

Правила принятия решений при выборе направления обучения разработаны в соответствии с результатами процессного моделирования и онтологического анализа. Для формирования правил в работе использован язык Semantic Web Rule Language (SWRL). Язык искусственного интеллекта SWRL является расширением языка OWL и дополнительно поддерживает разработку правил в соответствии с принципами дескриптивной логики. При формировании условной части и заключения в правиле используются объекты онтологии OWL DL (OWL классы сущностей и их свойства, примеры сущностей и отношения между ними).

Полученные правила записаны на языке формализации онтологических правил SWRL в виде дизъюнктов Хорна (см. таблицу 5.4). В данной работе в соответствии с результатами BPMN-моделирования правила принятия решений организованы по модульному принципу и бывают трех видов: общие правила поступления в университет, правила поступления на определенную специальность и правила успешности обучения на данной специальности.

Реальные задачи содержат в себе четкие условия и некоторую нечеткость цели в связи с тем, что их постановку осуществляет человек. Учет фактора неопределенности при решении задач во многом изменяет методы принятия решения: меняется принцип представления исходных данных и параметров

модели, становятся неоднозначными понятия решения задачи и оптимальности решения.

Интеллектуальные системы управления с использованием нечеткой логики реализованы во многих прикладных областях: управление производственными технологическими процессами, управление летательными аппаратами, оперативно-диспетчерское управление. В данной работе предлагается использовать нечеткую логику в задаче поддержки принятия решений абитуриента при поступлении в вуз. Т.к. правила принятия решения, представленные экспертами, как и в реальной жизни, содержат неопределенности, то эти неопределенности учитываются и при построении SWRL-правил. Правила нечеткого управления сформулированы по методу Такаги-Сугено-Канга и представляют собой нечеткую импликацию (формула 4.8)

Неопределенность задается с использованием лингвистических переменных, которые позволяют задать нечеткие значения конкретным переменным, представленным в правилах, например, “low”, “middle”, “high”. Кроме того, при построении правил поступления на определенную специальность и правил успешного обучения на специальности используются лингвистические переменные для указания степени уверенности эксперта в работе самого правила. В работе предложена шкала градаций значений лингвистических переменных (см. таблицу 4.2) и формула их пересчета в значения коэффициентов уверенности (формула 4.9).

Для реализации вывода на основе нечетких правил существуют как отдельные программные продукты, так и модули известных программных продуктов, таких как MATLAB, ориентированных на математическое моделирование. Однако, формирование нечетких правил с использованием понятий разработанной онтологии и языка SWRL позволяет интерпретировать ответы эксперта в соответствии с правилами интерпретации и синтаксисом языка представления правил.

Реализация системы поддержки принятия решений подразумевает написание программного кода для компонентов СППР, формирование и постоянную актуализацию правил в базе знаний. Фиксирование результатов работы этих правил и отслеживание основных тенденций экономического и социального развития общества позволяет настроить разрабатываемую систему

поддержки принятия решений и учесть современные реалии, путем добавления новых правил и проверки их на непротиворечивость.

Предложенный подход позволит разрабатывать систему поддержки принятия решений на основе инженерии знаний, где будут решены вопросы непротиворечивости знаний на этапе моделирования.

Фундаментальной частью этой работы является ее ориентация на реальные данные. В работе использованы статистические данные по обучению более 60 000 студентов Университета Аликанте с 2010 по 2017 год. Были протестированы 50 студентов первого года обучения специальности TADE и определены их профили по методу Холланда. Значения распределились следующим образом: 24% студентов имеют профиль Realistic, 22% студентов имеют профиль Convencional, 20% студентов имеют профиль Investigaative, 16% студентов имеют профиль Enterprising, 14% студентов имеют профиль Social и 4% студентов имеют профиль Artistic. Учитывая, что специальность TADE относится к направлению Ciencias Sociales y Jurídicas (Social and Legal Sciences) и сопоставляя эти данные с профилями по Холланду, получаем что максимальное удовлетворение от выбора этой специальности будут иметь только 52% студентов. Этот показатель и соответствует средней статистике успешного окончания обучения в срок по университету Аликанте. В качестве эксперимента были введены данные этих 50 студентов в онтологию, в качестве прецедентов и им было выбрано направление обучения в соответствии с профилем. Эксперимент подтвердил, тот факт, что 24 студентам, из тех, что были опрошены было предложено выбрать другое направление обучения.

К работе над диссертацией были привлечены специалисты в области психологии и образования в качестве экспертов. Кроме того, в работе использованы результаты автора, опубликованные с 1994 года в более чем 100 работах по проектированию систем и системному анализу.

Общая цель диссертации: построение такой системы поддержки принятия решений, которая позволит абитуриенту ответить на его вопросы при принятии первых стратегических (долгосрочных) решений в своей жизни, тем самым оптимизировать время, посвященное получению образования, и улучшить качество жизни и успеваемость.

Для достижения этой цели решаются следующие задачи:

Задача 1: Разработка BPMN-модели процесса принятия решения при выборе специальности при поступлении в вуз.

Задача 2: Выявление с помощью метода анализа иерархий значимых факторов, влияние которых напрямую коррелирует с результатами выбора университетской карьеры и, кроме того, влияет на успеваемость студентов.

Задача 3: Разработка онтологии, формирование классов и определение взаимосвязей между ключевыми факторами.

Задача 4: Разработка базы знаний СППР по модульному принципу, которая включает: общие правил поступления в университет, правила поступления на определенную специальность и правила успешности обучения на данной специальности, с учетом лингвистических переменных, которые позволяют задать нечеткие значений конкретным параметрам, представленным в правилах.

Задача 5: Экспериментальная проверка правильности построения онтологии путем формирования запросов.

Следствием решения поставленных задач являются следующие результаты: во-первых, абитуриент может получить ответы на вопросы о возможности поступления и успешного обучения на заданной специальности на основе системы правил, предложенных в этой работе. Во-вторых, СППР позволяет заранее определить направление профессионального обучения уже на этапе получения среднего образования с целью повышения вероятности успешной подготовки к вступительным экзаменам.

Ключевые слова: профессиональная ориентация, отчисление из университетов, студенты бакалавриата, выбранное направление обучения в университете, процесс принятия решений, система поддержки принятия решений, онтология, искусственный интеллект, персональная идентификация, деревья решений, продукционные правила вывода, метод Холланда, академическая успеваемость, выбора университетской специальности, выбор направления обучения.

CAPITULO 1. LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA COMO FACTOR FUNDAMENTAL PARA EL ÉXITO UNIVERSITARIO

INTRODUCCIÓN

Al carecer de experiencias previas a la hora de elegir el grado universitario que van a cursar, los jóvenes basan principalmente sus decisiones en la publicidad, la presión de los compañeros y, en muchos casos, se definen por las aspiraciones de sus padres (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2016) (Fundación CYD, 2016). Como resultado de la toma de decisiones sin datos que la fundamenten, hay dos factores negativos que adquieren valores preocupantes como son el número importante de abandono del grado sin haberlo finalizado, y el número elevado de años que requieren muchos estudiantes para finalizar la carrera elegida. Este suceso no solo es importante por el coste económico que supone para la sociedad, sino también por la frustración que provoca en los jóvenes, que en muchos casos les impide finalmente acabar una carrera universitaria y reforzar sus posibilidades de trabajar en lo que desean.

Ha cobrado gran relevancia la adecuada preparación de los jóvenes en la época de los cambios de los paradigmas sociales, económicos, familiares hasta la libertad de la identidad genérica siendo implantada en la mente de la gente joven. Los avances tecnológicos que ha habido en los últimos años nos hacen cada día más dependientes de los dispositivos más sofisticados y nos convertimos en los periféricos de las máquinas desvirtuando nuestro papel de seres creativos y conscientes. Por lo tanto, el nivel de frustración, de ira e inquietud, igual que otros sentimientos negativos se expanden dejando a las generaciones perdidas y desorientadas. La brecha entre los conocimientos

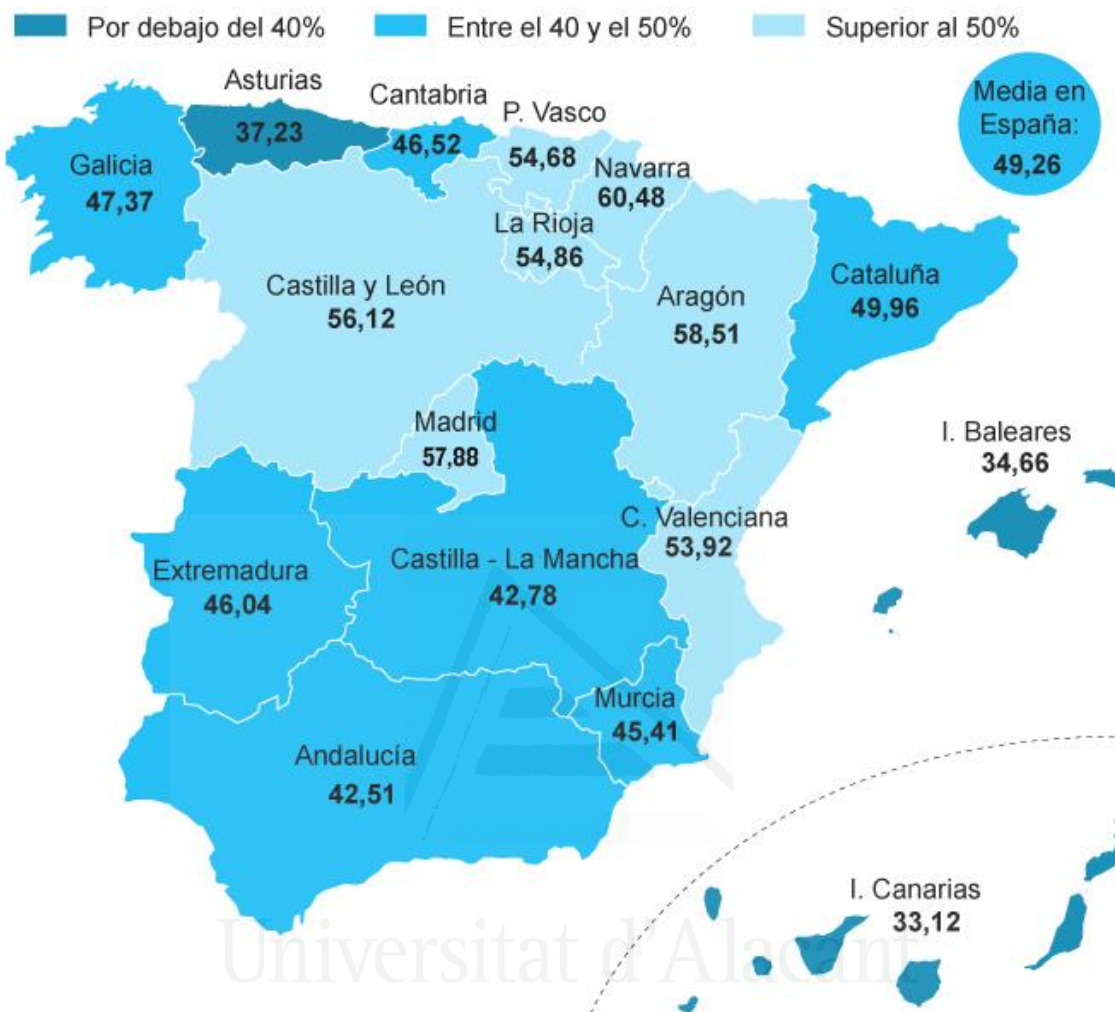
dados por las instituciones de la enseñanza y los requerimientos del mercado laboral y de la sociedad va aumentándose. Todo ello prueba que las soluciones corrientes basadas en las teorías aceptadas y reconocidas en el mundo de los consultores profesionales hoy no nos lleva en el sentido deseado, sino que incrementa la inseguridad e incertidumbre en la búsqueda del éxito para las personas jóvenes quitándoles las ganas y los estímulos para el desarrollo personal y, como consecuencia, frena el desarrollo global de la humanidad, funcionando como una bomba de relojería a punto de explotar. Esta tesis se dedicará a la búsqueda y análisis científico de los sistemas de apoyo para identificación personal (sus capacidades, sus puntos fuertes, sus aficiones, etc.) adecuada a fin de que los estudiantes apliquen la información individualizada para tomar las decisiones personales adecuadas para exponer su potencial y triunfar en sus vidas sin hacerse dependientes de las pautas y limitaciones inculcadas por los antiguos moldes del patrocinio y educación generalizada, que no tiene en cuenta lo diferente que es cada persona.

1.1. Actualidad de los estudios

Según los estudios de Olga R. Sanmartin (El Mundo, 12 de diciembre de 2018) sólo la mitad de los universitarios españoles finaliza la carrera en el tiempo previsto. El resto se retrasa unos años, algunos se eternizan y otros terminan abandonando los estudios que comenzaron. Tenemos un gráfico que muestra que las universidades con las tasas de graduación más elevadas están en Navarra (con una tasa del 60%), Aragón (58%), Madrid (57%) y Castilla y León (56%), mientras que las más bajas se registran en Canarias (33%), Asturias (37%), Andalucía (42%) y Castilla-La Mancha (42%). Los datos, que dejan en evidencia los sistemas universitarios de algunas comunidades autónomas, proceden del informe “La Universidad Española en Cifras. Tasa de graduación en las universidades públicas”, presentada en la figura 1.1.

Tasa de graduación en las universidades públicas

Curso académico 2016-2017



FUENTE: Crue Universidades Españolas.

EL MUNDO GRÁFICOS

Figura 1.1. Tasa de graduación en las universidades públicas

El trabajo, elaborado por Juan Hernández Armenteros, profesor de Economía Aplicada de la Universidad de Jaén, y José Antonio Pérez, gerente de la Universidad Politécnica de Valencia, advierte de que el acceso a la educación superior en España es "amplio, superior al de muchos países desarrollados" como Reino Unido (que tiene un 24% de estudiantes matriculados entre los 20 y los 24 años), Italia (30%) o Francia (33%), frente al 38% registrado en España. Sin embargo, ese mayor porcentaje de jóvenes que van a la universidad en España no se traduce necesariamente en una finalización de sus estudios porque la probabilidad de obtener una titulación de grado y máster "es menor" aquí que allí, donde los estudios universitarios empiezan más tarde, pero terminan titulando en una mayor proporción.

El informe advierte también que la tasa de graduación es elevada en carreras como Medicina (80%) o Enfermería (76%) y en las universidades privadas supera a las públicas.

Se debe, en primer lugar, a que los alumnos de la pública cada vez se matriculan en menos créditos "en aplicación de una estrategia defensiva ante el encarecimiento de las segundas y sucesivas matrículas". En segundo lugar, por "la persistencia de prácticas docentes tradicionales, poco estimulantes para el aprendizaje de los alumnos", que llevan a que éstos se eternicen en el aula o dejen la carrera. Y, por último, por culpa de "la permanencia en los estudios de alumnos que utilizan el laxo margen que le proporcionan las normas de progreso y permanencia aplicables en la mayoría de los centros universitarios públicos y que, con su bajo rendimiento, deterioran las mejoras conseguidas por la mayoría del alumnado".

Hoy en día tener una carrera universitaria se ve como imprescindible entre la gente joven. Por ejemplo, en los EEUU jamás ha habido tal cantidad de graduados de la escuela secundaria que hubiesen iniciado estudios universitarios (Marcus, 2018). En Corea del Sur, el setenta por ciento de los alumnos que finalizan en las escuelas secundarias del país, los inician en la universidad (The Economist, 2018). En 2017 más del 60 por ciento de los graduados de la escuela secundaria en Nueva Zelanda acaban estudiando en la universidad (Education Counts, 2018). Actualmente, han finalizado la carrera universitaria el 43 por ciento de los jóvenes en los 35 países de la OCDE. En los Estados Unidos este porcentaje sube hasta el 48 por ciento en los jóvenes entre 25 y 34 años (The Economist, 2018).

Actualmente, el título universitario se ha convertido en algo de marcada importancia para conseguir un puesto de trabajo. Por ello, el número de matriculados en la educación universitaria sirve como un indicador que cuantifica si dentro del país se desarrollan las habilidades necesarias para una economía moderna (Education Counts, 2018). Por otra parte, la mayor parte de los jóvenes querrán un título universitario, aunque sepan que posiblemente eso no llevará al incremento de sus ganancias al nivel de lo esperado, pues saben que sin ese título universitario encontrarán más dificultades en su vida laboral (The Economist, 2018).

Cabe mencionar que actualmente debido a la crisis del COVID-19 en España, los infectados rondan ya, según los últimos datos oficiales, el cuarto de millón, siendo el país más afectado de Europa tras el Reino Unido. Sin embargo, a diferencia de otros países, como el Reino Unido, se decidió cerrar todos los centros de enseñanza durante la

pandemia y no hubo un servicio de contingencia para grupos de riesgo como el personal sanitario.

Desde principios de marzo, el cierre de los colegios, institutos y universidades dejó a 9,5 millones de estudiantes a merced de la enseñanza a distancia por internet. La mayoría de los centros docentes no se abrirán para el alumnado hasta que comience el nuevo curso académico en septiembre.

El Gobierno estima que hasta el 12% de los estudiantes no ha seguido la enseñanza a distancia durante las 14 semanas de confinamiento, lo que equivale a casi un millón de alumnos.

El brote de la pandemia de COVID-19 en un país cuya tasa de abandono escolar era del 17,3% en 2019, una de las más altas de la Unión Europea, resulta como factor que desfavorece el sector educativo (Dowsett, S., 2020).

Mientras el número de estudiantes sigue creciendo, también aumenta la tasa de aquellos que no vuelven a estudiar en el segundo año. Cada año, más de un millón de estudiantes estadounidenses abandona la enseñanza superior (Marcus, 2018).

La alta tasa de abandono escolar y la alta duración de los estudios entre los estudiantes de grado representan un desafío creciente para la sociedad moderna. “En América, el 40 por ciento de estudiantes de enseñanza superior no finalizan sus grados de cuatro años hasta por lo menos seis años después de la matriculación. Las tasas de abandono escolar en países desarrollados rondan el 30 por ciento “(The Economist, 2018). En España, un tercio de estudiantes de grado no termina su carrera en 4 años o simplemente abandona (MECD, 2016). Estadísticas similares son proporcionadas por la fundación CYD (CYD, 2016) en un informe que muestra que la tasa de abandono escolar para estudiantes matriculados en 2010/11 alcanzó el 34,5 por ciento. Algunos campos del estudio demostraron tasas de abandono escolar aún más altas, de hasta el 59 por ciento. El fracaso o abandono universitario en los centros educativos superiores de España es uno de los más elevados de la Unión Europea. Según Eurostat, la media española prácticamente duplica la europea.

Entre los posibles motivos de abandono, destacan:

- un alto nivel de exigencia;
- mala y escasa orientación previa;
- poca información e insuficiente formación previa.

Mientras que la tasa parcial de abandono por ámbito asciende al 43,7% en Ciencias e Informática; en el caso de las Artes y Humanidades se sitúa en el 41,4%.

Entrar en la carrera sin saber a qué se enfrentarían, expectativas erróneas y no saber adaptarse a la vida universitaria son otras de las razones. La tasa de abandono es menor en las carreras más vocacionales, como Medicina, Enfermería o Formación de Docentes.

“Las carreras que en los últimos años están sufriendo más este abandono son las relacionadas con la informática”, asegura David Monreal, profesional con 20 años de experiencia en el sector *online* y fundador de la escuela de programación [Skylab Coders](#) (Vidal, 2017).

Hay que tener en cuenta además los rápidos cambios tecnológicos y el impacto perjudicial que esto tendrá sobre mercados laborales en todas las industrias. La automatización va a tener un gran impacto en los puestos de trabajo, hasta el 47 por ciento de empleos en Estados Unidos y más del 70 por ciento en la India están considerándose su automatización en los próximos 10-20 años (Prising, 2018). Grados referentes a la contabilidad serán de poca ventaja para un estudiante, puesto que existe una probabilidad del 98 por ciento de que el trabajo de contable pueda ser realizado por un software inteligente (sistemas de inteligencia artificial) (Botthof, 2015).

Dado este entorno de cambio, se incrementan más todavía las dudas y “Hasta el 80 por ciento de aquellos que se matriculan en la universidad tienen dudas sobre qué carrera quieren cursar y hasta el 50 por ciento cambian de opinión en el momento de matricularse” (Ronan, 2005).

Los estudiantes que han aprobado la selectividad pronto se verán inmersos en el maratón burocrático que supone matricularse en una facultad, un engorro al que no ayuda la sensación de incertidumbre de aquellos que ni siquiera saben qué quieren estudiar. De acuerdo a un informe de la consultora Círculo Formación, tres de cada cuatro bachilleres se encuentran en esta situación. Además, el análisis -que ha contado con la participación de más de 16.600 jóvenes que han acudido al Salón de Orientación Universitaria Unitour organizado en 24 ciudades españolas- revela que casi cuatro de cada diez estudiantes barajan hasta tres posibles carreras, mientras que un 32% duda entre dos y un 8% se encuentran totalmente perdido. (DI, 6 de julio de 2020).

Los estudios donde se produce más abandono son los estudios a distancia y digitales. Esos estudios suelen ser de forma más aguda un lugar común de debate permanente entre instituciones y expertos preocupados por el tema. Y hay que considerar que el fracaso y abandono de unos estudiantes es también el fracaso de los docentes y, sin ninguna duda, un revés para la propia institución. Por el contrario, los

altos índices de permanencia, de retención o de culminación de estudios con respecto a los que los iniciaron se viene mostrando como indicador de éxito, de calidad incuestionable de la institución o programa. Y en España los índices de fracaso en la universidad son bastante superiores a la media europea (Vidal, 2017).

Por ello, el objetivo principal de este trabajo es identificar los factores significativos que afectan al rendimiento de los estudiantes en la universidad y recomendar algunas normas que permitan orientar en la toma de decisiones a los estudiantes que van a ingresar en la universidad. Además, el estudio puede ayudar a la selección de itinerarios o asignaturas que los estudiantes deberían elegir en su etapa de educación secundaria para abordar con mayores probabilidades de éxito la finalización de un grado universitario en concreto. Este estudio se basó en información estadística de casi 62.000 estudiantes (40% de hombres y 60% de mujeres) que ingresaron en la Universidad de Alicante en los últimos cursos. Esta información incluía notas de admisión (puntuaciones de entrada de los exámenes realizados en las pruebas de acceso), rendimiento en el primer año (tasa de aprobados), edad, sexo, áreas de estudio universitario, cursos de carrera de pregrado y programas de estudio de secundaria (Llopis et al, 2019). Con el fin de identificar las interrelaciones entre los indicadores clave y desarrollar la implementación de esos parámetros, fijamos como objetivos adicionales los de identificar el porcentaje de estudiantes que continuaron sus estudios de acuerdo con sus programas de estudios de secundaria y la correlación entre las puntuaciones de entrada y la tasa de aprobados del primer año en la universidad. También los de identificar la interdependencia entre el programa de estudios de la escuela secundaria y el campo de estudio universitario, y los requisitos de un resultado positivo en caso de cambio en el campo de estudio (Startseva et al, Head'19).

1.2 Métodos para adquirir los conocimientos con aplicación del método tipológico de Holland

Esta investigación se basa en la información estadística proporcionada por la Universidad de Alicante referente a estudiantes que iniciaron sus estudios en ella durante el periodo 2010-17 y de los que se disponía de las notas de exámenes de acceso PAU. Además, en la investigación se usan las encuestas de 50 estudiantes que nos presentaron sus datos y contestaron las preguntas para poder realizar los estudios de método Holland. Al realizar este estudio entrevistamos estudiantes que eligieron la

carrera TADE en la universidad de Alicante con la encuesta que está presentada en la figura 1.2. El objetivo ha sido el de analizar los resultados de estos estudiantes universitarios en su primer año en función del grado cursado, las notas e itinerarios de accesos, así como la edad y el sexo. Con estos datos fueron comparados los datos de dos variantes diferentes que nos dan una imagen de qué información exactamente sirve para elegir la carrera universitaria y el éxito universitario. Estas son las características de un modelo de personalidad muy usado en el ámbito del trabajo.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

ENCUESTA

Facultad:

Datos de nacimiento: 09/12/1999/ 19:04
dd mm año hora (hh:mm)

País de nacimiento: España

Ciudad: Alizate

Colegio: El Valle

Puede escoger una profesion entre cada par. Marque (V) en la casilla la opción más atractiva de cada par.

| Par Nº | Variante A | | Variante B | |
|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Mecánico | <input checked="" type="checkbox"/> | Terapeuta corporal | |
| 2 | Especialista en protección de la información | | Logístico | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 | Operador de comunicación | | Camaraman/camarógrafo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4 | Conductor | | Dependiente | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | Ingeniero constructor de máquinas | | Gerente de ventas | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6 | Controlador (regula el funcionamiento de ...) | | Diseñador de software | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7 | Veterinario | | Ecólogo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8 | Biólogo-investigador | | Granjero | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9 | Auxiliar de laboratorio | <input checked="" type="checkbox"/> | Domador | |
| 10 | Ingeniero agrónomo | <input checked="" type="checkbox"/> | Médico sanitario | |
| 11 | Seleccionista | | Acopiador de productos agroalimentarios | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 12 | Microbiólogo | | Diseñador de paisajismo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 13 | Masajista | | Educador | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 14 | Docente | | Empresario | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 15 | Administrador | <input checked="" type="checkbox"/> | Director de teatro/ de cine | |
| 16 | Camarero | <input checked="" type="checkbox"/> | Médico | |
| 17 | Sicólogo | | Agente comercial | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 18 | Agente de seguros | <input checked="" type="checkbox"/> | Coreógrafo | |
| 19 | Joyero-grabador | <input checked="" type="checkbox"/> | Periodista | |
| 20 | Especialista en arte | | Jefe de realización/Productor | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 21 | Redactor | | Músico | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 22 | Diseñador interiorista | <input checked="" type="checkbox"/> | Guía | |
| 23 | Compositor | | Director artístico/ Art director | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 24 | Trabajador de museo | <input checked="" type="checkbox"/> | Actor/actriz de teatro/cine | |
| 25 | Maquetador libros | <input checked="" type="checkbox"/> | Guía-traductor | |
| 26 | Lingüista | | Gerente de crisis / Crisis manager | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 27 | Corrector | | Editor de arte/artístico | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 28 | Cajista/linotipista | <input checked="" type="checkbox"/> | Consultor (asesor) jurídico | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 29 | Programador/computista | <input checked="" type="checkbox"/> | Broker/Intermediario | |
| 30 | Contable | <input checked="" type="checkbox"/> | Traductor literario | |

Figura 1.2. Modelo de encuesta.

La personalidad es el patrón general de comportamiento, percepción y pensamiento que cada uno de nosotros tiene, siendo nuestra configuración individual única y distintiva en comparación a la de los demás. Sin embargo, los rasgos en sí que forman esta personalidad son más o menos los mismos, si bien los poseemos en diferente grado dentro de un continuo.

Las grandes diferencias entre unos y otros hacen que se haya intentado integrar el conocimiento respecto a la personalidad en diferentes corrientes de pensamiento, generándose distintos modelos de personalidad y poseyendo algunos de los cuales un objetivo específico. Un ejemplo de ello es el modelo tipológico de Holland, el cual propone una serie de perfiles básicos de personalidad, los cuales son empleados principalmente en el ámbito de la orientación vocacional. (Mimenza, O.C. 2020).

El modelo tipológico de Holland (Holland, 1978) es una propuesta de modelo de la personalidad que surge de la intención del autor de generar una teoría explicativa respecto a la elección de una ocupación profesional, vinculando diferentes características y rasgos al correcto desempeño y al gusto por determinadas tareas y ámbitos laborales. Para el autor, tendemos a querer encontrar un elevado nivel de congruencia entre nuestra personalidad y el tipo de tarea que desempeñamos.

En el Método de Holland, aplicado en este estudio para gestionar el proceso de identificación, el rumbo sirve para poder triunfar en la vida profesional de un estudiante de Grado y, como consecuencia, conseguir una vida más saludable y satisfactoria.

Para Holland, la elección de una carrera o profesión concreta va a depender del desarrollo del conjunto de elementos y rasgos que constituyen la personalidad, siendo más competente y sintiendo mayor satisfacción la persona en su trabajo en función de la sintonía entre su personalidad y el tipo de tarea que realice.

Con el objetivo de contribuir a ayudar en la orientación vocacional, el autor generó un modelo hexagonal con seis principales tipos de personalidad, las cuales vincula con determinado tipo de ambientes e intereses. Ello no quiere decir que no podamos desempeñar una tarea que no se corresponda con nuestro tipo de personalidad. Simplemente que partiendo de la base de que buscamos un empleo donde podamos desarrollar nuestras principales destrezas, vamos a tender a buscar y a sentir mayor comodidad en determinadas áreas. Se trataría de encontrar trabajos por los que pudiéramos sentir vocación, a pesar de que podemos terminar ejerciendo tareas que no se correspondan con ella.

La relación entre profesión y personalidad es bidireccional: no es solo que determinadas profesiones requieran de determinadas habilidades y maneras de hacer, sino que ello también se deriva del hecho de que el tipo de tarea atrae a las personas con una personalidad concreta. Ello tiene como resultado que un gran número de los profesionales de un sector determinado suelen tener, si están llevando a cabo dicho empleo por vocación y no por mera necesidad, características de personalidad relativamente parecidas.

La adscripción a un determinado tipo de personalidad o la elección de una carrera u otra no son mejores ni peores, siendo todas ellas igualmente positivas y necesarias. Asimismo, hay que tener en cuenta que difícilmente una persona se verá totalmente reflejada con un único tipo de personalidad: todos tenemos diferentes rasgos que nos hacen seres complejos y que nos pueden hacer encajar en distintos perfiles. En estos casos la elección profesional puede parecer más complicada, si bien por lo general prevalecen algunas características o intereses sobre otras. Entre otros destacan los 5 grandes rasgos de personalidad: sociabilidad, responsabilidad, apertura, amabilidad y neuroticismo".

Tal y como se ha dicho, el modelo de Holland establece, en función de las características predominantes en cada individuo, la pertenencia o posesión de uno de los seis tipos de personalidad los cuales facilitan la orientación hacia determinados tipos de profesiones. Los seis tipos son los siguientes (Martinez, 2018):

1. Realista

La personalidad realista hace referencia a aquel patrón de conducta y pensamiento que tiende a ver el mundo como un todo objetivo y concreto. Se toman el mundo como les viene. Suelen ser realistas, dinámicos, materiales y aunque no son asociales el contacto con los demás no es para ellos lo más prioritario. También suelen ser pacientes y constantes.

Este tipo de personalidades tienden a sentirse más a gusto desempeñando trabajos directos, con fuertes componentes prácticos y que exijan cierta motricidad y uso sistematizado de elementos. Suelen destacar en el uso de instrumentos mecánicos y con

necesidad de precisión manual. Campos como la agricultura y la ganadería, la arquitectura o la ingeniería serían propicios para este tipo de personalidad.

2. Intelectual

Este tipo de personalidad tiende más a la observación y al análisis del mundo, a menudo de una manera abstracta e intentando realizar asociaciones y encontrar relaciones entre los fenómenos que en él ocurren. Se trata de personalidades curiosas, analíticas, con tendencia a la introspección y al uso de la razón por encima de la emoción. No son especialmente sociables y suelen tener un enfoque del mundo más bien teórico, no interesándoles tanto la práctica.

Esta personalidad se corresponde con tareas principalmente basadas en la investigación. Física, química, economía o biología son algunos de los ámbitos en que suelen observarse más este tipo de personalidades.

3. Social

El aspecto más destacable de las personas con este tipo de personalidad es la necesidad o deseo de ayudar a otros a través del trato con ellos, y su elevada necesidad de interacción humana. Suele tratarse de personas muy empáticas y idealistas, altamente comunicativas, que tienen cierta facilidad o gusto para las relaciones y la cooperación.

El tipo de tareas en las que suele encontrarse este tipo de personalidad son todas aquellas que supongan un trato directo con otras personas y en que dicha interacción exista como objetivo la idea de dar apoyo al otro. Psicólogos, médicos, enfermeros, profesores o trabajadores sociales suelen tener características de este tipo de personalidad. Tareas más mecánicas no suelen ser de su agrado.

4. Artística

La creatividad y el uso de materiales en búsqueda de la expresión son algunos de los principales elementos que caracterizan la personalidad artística. No es raro que se trate de personas impulsivas, idealistas y altamente emotivas e intuitivas. La estética y poder proyectar hacia el mundo sus sensaciones es importante para ellos, y suelen ser personas independientes. Si bien también intentan ver el mundo desde la abstracción, suelen

focalizarse más en la emoción y tiende a disgustarles lo meramente intelectual, poseyendo la necesidad de elaborar y crear.

Pintores, escultores o músicos son algunos de los profesionales que tienden a este tipo de personalidad. También bailarines y actores, escritores y periodistas.

5. Emprendedor

La capacidad de persuasión y la habilidad comunicativa son aspectos típicos de la personalidad emprendedora. Cierta nivel de dominancia y búsqueda de logro y poder son usuales en este tipo de personas, así como valor y capacidad de riesgo. Generalmente son personas con habilidades sociales y altamente extravertidos, con capacidad de liderazgo y un elevado nivel de energía.

Profesiones en que prevalecen este tipo de personas son el mundo de la banca y de los negocios. Comerciales y empresarios suelen también tener rasgos de este tipo de personalidad.

6. Convencional

Estamos ante un tipo de personalidad que se caracteriza por el gusto por el orden sin necesidad de introducir grandes cambios en él. Tampoco precisan de un gran contacto social a nivel laboral. Suelen ser personas altamente organizadas, ordenadas, disciplinadas y formales. No es rara cierta tendencia al conformismo, dado que se identifican con la organización ya establecida. Suelen ser ágiles y lógicos.

Dentro de este tipo de personalidades encontramos a personas con vocación por aspectos como la contabilidad, el trabajo en oficina, el secretariado, bibliotecarias/os... en general con tendencia a buscar el orden.

El modelo tipológico de Holland, a pesar de tener limitaciones y haber sido criticado por numerosos motivos (por ejemplo, no permite predecir si dentro de un mismo tipo de ambiente ocupacional puede ser más recomendable un puesto u otro y también cabe valorarse que habrá personas cuyas características se solapen con más de uno de los tipos), sigue siendo a día de hoy uno de los que mayor relevancia tiene dentro de la orientación profesional (Mimenza, 2020).

Los resultados del test de Holland de 50 estudiantes de primer año de TADE nos permitieron determinar sus perfiles según el método de Holland. En la figura 1.3 se presenta un ejemplo de los resultados de las pruebas de dos encuestados: número 38 con perfil Emprendedor y número 20 con perfil Convencional. Para resolver la tarea de investigación y probar la hipótesis sobre la correspondencia de los perfiles de Holland con los resultados del aprendizaje, utilizaremos la información sobre el perfil con un valor predominante representado por una característica. En el futuro se proponga usar los tripletes de valores para aclarar el perfil del estudiante.

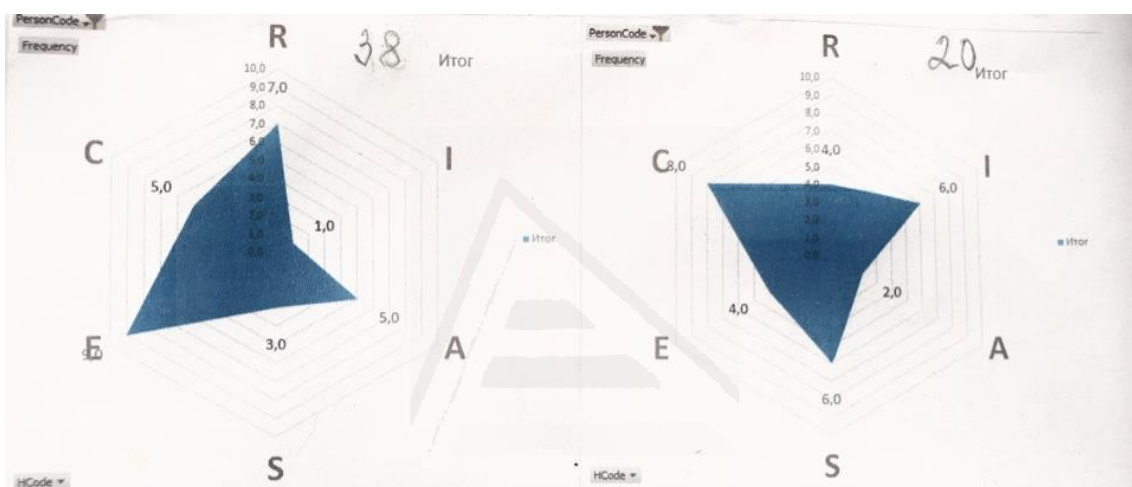


Figura 1.3. Dos ejemplos de los resultados de las pruebas

Resulta ampliamente conocido el test que Holland creó en base a este modelo, el Inventario de Preferencias Vocacionales, que ha servido también como base para la creación de otros cuestionarios y modelos que permiten ofrecer un mejor acercamiento a la relación entre características de personalidad y adecuación a determinados ámbitos profesionales.

El Método de Holland aplicado en este estudio permite gestionar el proceso de la elección del campo de estudio para identificar el rumbo de poder triunfar en la vida profesional de un estudiante.

1.3. Introducción y estado de la cuestión

En España se cuenta con programas de Grado interesantes y innovadoras, existen ayudas para jóvenes, brindan varias becas para mantener los estudiantes en un periodo de estudios. Todo esto funciona, pero solo cuando el alumno está motivado

para estudiar y está interesado en la especialidad elegida. Para tener esta motivación, un joven necesita responder tres preguntas importantes: ¿Que programas de Grado le valían?, ¿En qué estudios de grado, que le valían, tenía una alta probabilidad de finalizarlos en un tiempo razonable? o ¿Qué asignaturas debería cursar en bachillerato para poder garantizarle una preparación adecuada para cursar un grado determinado? Son preguntas que preocupan a estudiantes, padres y orientadores en centros escolares y universidades. Todo el proceso de estudio implica una serie de decisiones, en muchos casos tomadas sin la suficiente información o sin tener en cuenta la trascendencia que algunas tienen. Hay ejemplos de este tipo de sistema de apoyo como la guía de Russell Group que provee a los estudiantes del Reino Unido de la información, consejo y dirección sobre sus posibles opciones sustanciales y que principalmente consiste en las matemáticas, ciencia y lenguas (The Russel Group, 2018).

La investigación realizada tiene como objetivo aportar información para esa toma de decisiones para el caso español. Para ellos se ha realizado un estudio estadístico que comprende la tasa de créditos aprobados durante el primer curso de más de 60.000 estudiantes de la Universidad, de los que se disponía de información de sus estudios previos.

Los resultados obtenidos demuestran la alta proporción de transferencias de un campo de estudio a otro en la universidad. Es decir, estudiantes que eligen grados no relacionados directamente con las asignaturas que han cursado en bachiller. Esto sugiere el alto porcentaje de estudiantes de la escuela secundaria que tienen dudas en cuanto a qué campo de estudio deben elegir durante su etapa de bachiller. Esto causa una falta de armonía entre grados esperados y alcanzados, una falta de armonía entre niveles de interés esperados y actuales en el campo de estudio (Maloshonok, 2017). Un análisis inicial demuestra la relación entre los resultados obtenidos en las pruebas de acceso y los posteriores en el primer curso en la Universidad, pero se descubrió un mayor grado de correlación cuando se contemplaba el tipo de asignaturas cursadas en bachiller y la rama del grado elegido.

Por lo tanto, grupo de los candidatos universitarios que provienen de un programa de ciencias en la escuela secundaria muestran la tasa de créditos superados mas alta y tendrá mejores oportunidades y estará mejor preparado para cualquier campo subsecuente del estudio. Por ello, si un estudiante no sabe lo que quiere estudiar en la universidad, dados los datos de este estudio, se podría recomendar preferentemente cursar asignaturas de ciencias en el Bachillerato, ya que amplía las posibilidades de

obtener mejores resultados en cualquier grado. Así entonces es una regla básica el cursar estas “asignaturas de facilitación” (The Russel Group, 2018).

De hecho, hay un acuerdo en el Foro Económico Mundial de 2016 donde se indicó que “tanto las escuelas como las universidades ‘no deberían enseñar el mundo como era, sino como será’”. La universidad debe animar el interés de los estudiantes en materias como matemáticas, tecnología de la información, ciencia y tecnología cuando todavía están en la escuela. Los profesores con la competencia digital deben enseñar a estudiantes cómo pensar críticamente usando nuevos medios y ayudarles a conseguir asimilar los nuevos medios digitales de información (IBA, 2017).

Para ayudar a los jóvenes en el proceso de toma de decisiones implicado en la elección del campo universitario, esta modelado un sistema de apoyo a la toma de decisiones que asiste a los candidatos en la elección de la mejor opción en cuanto a la selección del campo de estudio.

Para modelar el sistema propuesto se prepara una metodología para el desarrollo de algoritmos para la formación de recomendaciones para la toma de decisiones basadas en la ingeniería del conocimiento utilizando (la metodología esta presentada el parrafo 3.2)

Como herramienta para modelar del proceso de gestión se usa BPMN-metodologia y desarrollado el modelo BPMN de representación del conocimiento en el sistema de apoyo a la toma de decisiones.

Para formar un tesauruso unificado del sistema y adaptar los conocimientos de los expertos, se propone una ontología utilizando el editor de ontologías Protege. El Análisis ontológico del proceso de apoyo a la toma de decisiones, en cuyo procedimiento se lleva a cabo la selección y sistematización de factores que afectan la estructura de clases y relaciones (definición de variables de entrada, intermedias y de salida para la estructura jerárquica de la base de conocimiento), construcción de un modelo lógico de ontología de acuerdo con una estructura desarrollada.

Para construir la base de conocimiento estan desarrollados las reglas del sistema de apoyo a la toma de decisión que se basan en el modelo ontológico del conocimientos formado con expertos. En consecuencia, esta etapa implica la formación y preparación del conjunto requerido de datos y conocimientos. Se propone la división del modelo ontológico en clases de acuerdo con la jerarquía del modelo BPMN y ademas, los resultados del cálculo de la importancia de los criterios, que se obtuvieron sobre la base del método de T. Saaty (Saaty, 1993), métodos de análisis de datos estadísticos y evaluaciones directas de expertos por especialistas del comisión de ingreso, quienes

calculan el punto de corte en aprobación al ingreso.

El sistema asume el uso de reglas de inferencia para seleccionar la rama de estudios con un cierto coeficiente de confianza, y la elección de una carrera específica dentro de la rama de conocimiento, de acuerdo con los resultados de los exámenes de ingreso y Nota de Corte, en cada caso específico. El autor propone desarrollar las reglas de inferencia basadas en las habilidades individuales de cada persona, que se determinan mediante pruebas usando el método de Holland, aceptado en muchos países. En este caso, el sistema ofrecerá soluciones, considerando la capacidad (competencia) como una característica integradora de la capacidad del sujeto para llevar a cabo actividades en un campo de actividad particular.

Implementación del sistema de apoyo a la toma de decisiones implica escribir código de programa para componentes de apoyo a la toma de decisión, así como el llenado físico de la base de conocimiento en el entorno seleccionado como un robot de software (chat bot). El desarrollo de un chat bot no es un tema de investigación científica, por lo que no se presenta en este trabajo.

Se desarrollan reglas que tienen un alto valor aplicado, ya que contienen información experta única y agregada y se pueden utilizar de forma independiente, por ejemplo, en el entorno MATLAB.

La base de reglas tiene una estructura abierta, las reglas se pueden cambiar, eliminar y agregar, lo que permite replicar este sistema en otras universidades de España.

CAPITULO 2. DATOS INICIALES

2.1. Formalización de datos iniciales

La Universidad de Alicante nos ha facilitado tres tablas de la base de datos en el formato Access MS: (1) con los datos sobre los estudiantes de primer curso, incluidos los casos del cambio de especialidad (70.454 anotaciones); (2) los datos de rendimiento académico del primer año en la Universidad de Alicante (101.130 anotaciones); (3) con los datos sobre los exámenes de acceso en el corte de cada asignatura, la nota media de las pruebas de acceso a la universidad (61.947 anotaciones; el 40 por ciento de los hombres, el 60 por ciento de las mujeres).

El Modelo entidad-relación ERM (Figura 2.1) muestra que todas las tablas eran vinculadas por el código de identificación del estudiante (ID_PK). Durante la fase previa se filtró toda la información de forma que se excluyeron todos los datos erróneos o incompletos. Los datos personales de los estudiantes fueron ocultados de acuerdo con las políticas de protección de datos.

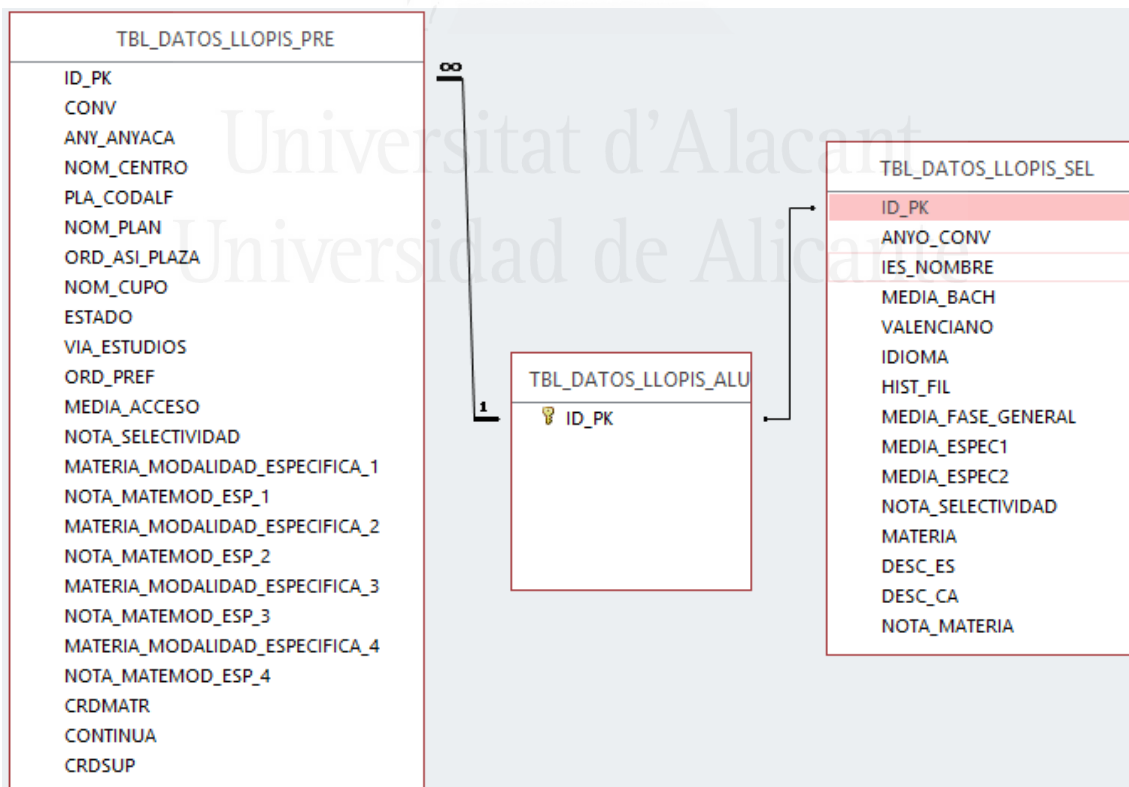


Figura 2.1. Modelo entidad-relación.

Al final se disponía de la información relevante de 61.947 estudiantes, de los cuales se conocía la información necesaria sobre el perfil de la formación del ciclo escolar cursado, así como sus resultados de créditos superados en el primer curso. Se ha considerado este valor como un elemento de interés para cuantificar el éxito en este primer año.

Para la aplicación de los métodos estadísticos se usaron los campos de la Tabla 2.1:

Tabla 2.1 Campos usados para la investigación

| Código | Descripción |
|--------------|--------------------------------------------|
| ID_PK | El número de identificación del estudiante |
| ANYO_CONV | El año de convocatoria |
| ANY_ANYACO | El año escolar |
| NOM_CENTRO | El nombre de la facultad universitaria |
| MEDIA_ACCESO | La nota media de acceso |
| CRDMATR | Los créditos matriculados |
| CRDSUP | Los créditos superados |
| MEDIA_BACH | La nota media de bachiller |
| DESC_ES EI | La descripción de la asignatura en la PAU |
| NOTA_MATERIA | La nota por materia en la PAU |

La información permitió estimar el rendimiento de todos los estudiantes según la tasa de los créditos superados vs. los créditos matriculados (ECTS, Pass Rate). Los índices de rendimiento de los estudiantes permiten la revelación temprana de los estudiantes del grupo del riesgo (Dunbar, 2016). Por eso las tasas de los créditos superados (ECTS) eran aceptados como el índice importante de los logros de los estudiantes y se pueden calcular del modo siguiente (formulas 2.1, 2.2):

$$\text{Índice de éxito (Pass Rate)} = \frac{\text{Créditos superados}}{\text{Créditos matriculados}} \quad (2.1)$$

$$\text{Media Pass Rate} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i, \text{ donde } a \text{ es Pass Rate} \quad (2.2)$$

Se ha comenzado con el estudio de la correlación entre las notas medias de bachiller y el índice de éxito (Pass Rate) del primer año en la universidad, independientemente de los programas/carreras de estudio. La correlación ajustaba las cuentas en concordancia con el coeficiente de la correlación de Pearson como instrumento más conveniente (Salkind, 2007) para el establecimiento de la dependencia

directa entre los significados absolutos de las variables. Para el cálculo del coeficiente de la correlación se usaba la fórmula llevada más abajo (2.3)

$$\text{Correlación} = \sum \frac{\text{Cov}(x,y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (2.3)$$

Para obtener la información sobre los programas de estudios universitarios y escolares, útil para el análisis estadístico y la comparación, hemos agrupado todos los 49 cursos de grado en la Universidad de Alicante en tres ámbitos básicos de la enseñanza (Tabla 2.2):

1. El campo de estudio en el ámbito científico (Ciencias UA, donde UA significa la Universidad de Alicante, incluye también todas las carreras de Ingeniería y Ciencias de la Salud),
2. El campo de estudio en el ámbito de las Ciencias Sociales y Derecho (Sociales UA),
3. El campo de estudio en el ámbito de las Humanidades y Lenguas (Humanidades/Lenguas UA).



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tabla 2.2. Las carreras universitarias (Grados oficiales) según el campo de estudio.

| Humanidades/Lenguas UA | Ciencias UA | Sociales UA |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Español: Lengua y Literaturas | Biología | Administración y Dirección de Empresas |
| Estudios Árabes e Islámicos | Ciencias del Mar | Ciencias de la Actividad Física y del Deporte |
| Estudios Franceses | Física | Criminología |
| Estudios Ingleses | Geología | Derecho |
| Filología Catalana | Matemáticas | Derecho + ADE (DADE) |
| Historia | Química | Derecho + Criminología (DECRIM) |
| Humanidades | Arquitectura | Economía |
| Traducción e Interpretación. Alemán | Arquitectura Técnica | Gastronomía y Artes Culinarias |
| Traducción e Interpretación. Inglés | Fundamentos de la Arquitectura | Geografía y Ordenación del Territorio |
| Traducción e Interpretación. Francés | Telecomunicación | Gestión y Administración Pública |
| | Ingeniería Informática | Ingeniería Informática + Administración y Dirección de Empresas |
| | Ingeniería Informática + Administración y Dirección de Empresas | Maestro en Educación Infantil |
| | Ingeniería Multimedia | Maestro en Educación Primaria |
| | Ingeniería Química | Marketing |
| | Ingeniería Robótica | Publicidad y Relaciones Públicas |
| | Tecnologías de la Información para la Salud | Relaciones Internacionales |
| | Enfermería | Relaciones Laborales y Recursos Humanos |
| | Nutrición Humana y Dietética | Sociología |
| | Óptica y Optometría | Trabajo Social |
| | | Turismo |
| | | Turismo + ADE (TADE) |

Se ha agrupado también todos los objetos de la escuela secundaria en tres programas básicos de la enseñanza, que coinciden en total con la clasificación LOMCE (Sanchez, 2014), aunque para el trabajo consideramos de interés separar las Ciencias Sociales en dos, de forma que diferenciamos (Tabla 2.3):

1. La Ingeniería y las Ciencias (la Ciencia HS)
2. Las ciencias Sociales (Sociales HS)
3. Las Humanidades y las Lenguas (la Lingüística HS)

Tabla 2.3. Tipo de programa de estudio escolar recibido en secundaria.

| Lingüística HS | Ciencias HS | Sociales HS |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Latín I (itinerario humanidades) | Física | Economía |
| Griego I | Química | Cultura Audiovisual |
| Lengua Castellana y Literatura | Dibujo Técnico I, II | Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II (para CCSS) |
| Primera Lengua Extranjera I | Geología | Economía de la Empresa |
| Segunda Lengua Extranjera II | Biología | Geografía |
| Fundamentos del Arte I | Matemáticas I, II | Fundamentos de Administración y Gestión |
| Artes Escénicas | Anatomía Aplicada | Psicología Cultura Científica |
| Historia de la Música y de la Danza | Tecnología Industrial I, II | Ciencias Sociales |
| Imagen y Sonido | Tecnologías de la Información y la Comunicación I, II | |
| Técnicas de Expresión Gráfico-Plástica | Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente | |
| Literatura Universal | | |
| Fundamentos del Arte II | | |
| Diseño | | |
| Dibujo Artístico I, II | | |
| Lenguaje y Práctica Musical | | |
| Religión | | |
| Análisis Musical | | |
| Historia de la Filosofía | | |
| Historia de España | | |
| Historia del Mundo | | |
| Contemporáneo | | |
| Filosofía | | |

2.2. Aplicación del método de análisis estadístico

En nuestros días, el análisis estadístico se ha convertido en un método efectivo para describir los valores de datos económicos, políticos, sociales, psicológicos, y sirve como herramienta para predecir, relacionar y analizar datos iniciales. El estudio comparativo de los datos de acceso a la Universidad y los datos de acceso escolar de las mismas personas ha dado lugar a unos resultados bastante concluyentes y de interés.

Existe un gran desajuste (Maloshonok, 2017) entre la rama seleccionada en la escuela secundaria y el campo de estudio universitario elegido (Figura 2.2). También demuestra la importancia de la orientación en el proceso de toma de decisiones.

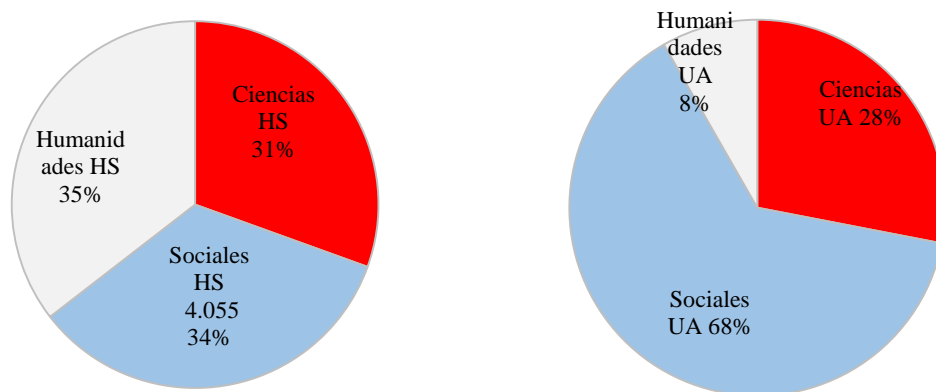


Figura 2.2. El desajuste entre el tipo de programa de estudio escolar recibido en secundaria y el campo de estudio universitario elegido

Más de un tercio de los solicitantes han cambiado de opinión después de dos años de estudio en el bachillerato en su campo de estudio elegido, lo que demuestra que al elegir un rumbo en el bachillerato los estudiantes todavía no están del todo orientados en lo que les gustaría hacer.

El rendimiento universitario (tasas de aprobados) está muy relacionado con las notas de ingreso a la Universidad. En la Figura 2.3 podemos comprobar la tasa de aprobados en función de la nota y del grado cursado. Parece claro que el porcentaje de créditos aprobados en el primer curso es sensiblemente menor en los grados de Ingeniería y Ciencias que en el resto (algo conocido, ya que es considerado incluso en la forma en la que se otorgan las becas). Pero parece evidente que independientemente del grado cursado, el porcentaje de créditos superados el primer año es mayor cuando la nota de acceso es mayor. Esto confirma el buen trabajo que se realiza en las pruebas de acceso desde la Universidad. También parece indicar que con notas bajas de acceso el porcentaje de créditos superados en los grados de Ciencias e Ingeniería es especialmente bajo.

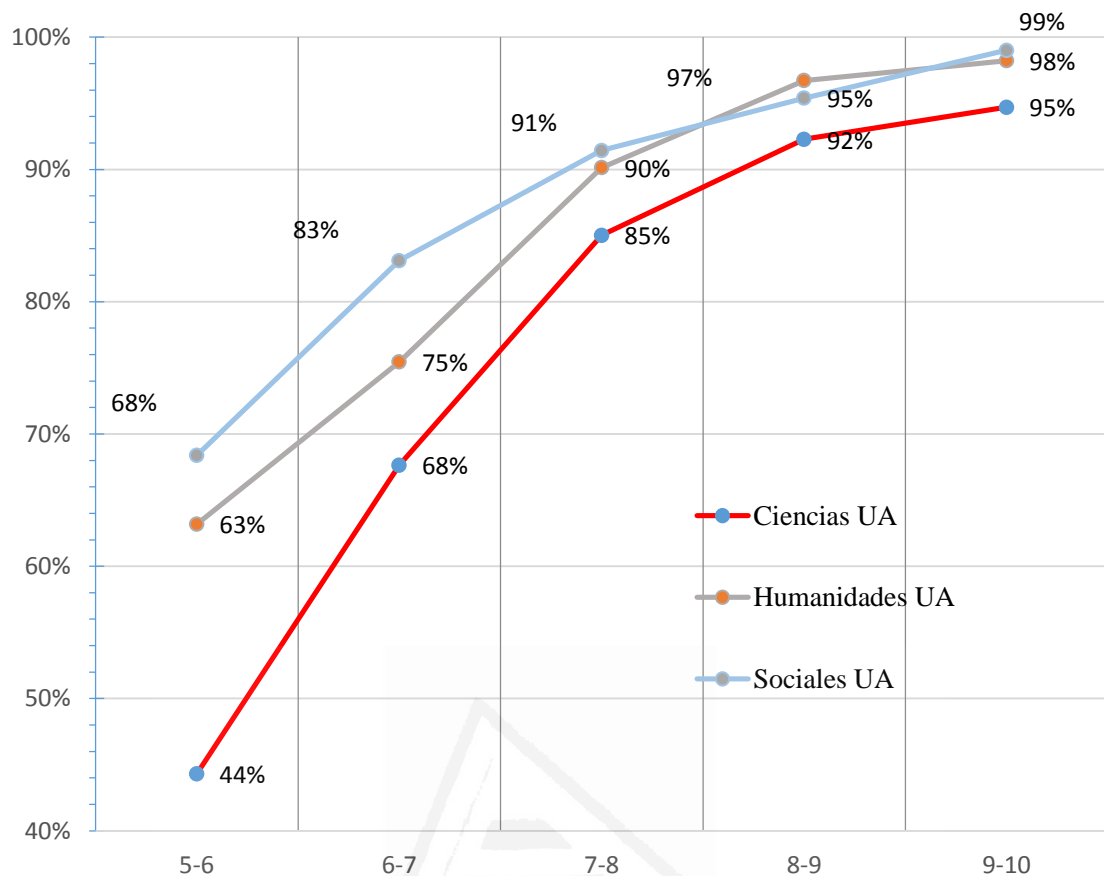


Figura 2.3. Las calificaciones a fin de año según las notas de ingreso.

En la Figura 2.4 podemos comprobar el porcentaje de estudiantes que al menos superan un 60% de los créditos en su primer curso de grado. Podemos comprobar que la elección del programa de enseñanza secundaria ha demostrado ser un factor influyente en términos de rendimiento académico para los futuros candidatos a la universidad. Los estudiantes que cursaron en Bachillerato asignaturas de sociales y humanidades se comportan muy bien en los grados equivalentes y no tan bien cuando cursan estudios de ciencias e ingeniería. Por otro lado, los estudiantes de ciencias funcionan razonablemente bien en todos los grados, pero se diferencian especialmente del resto cuando nos centramos en los grados de Ingenierías y Ciencias.

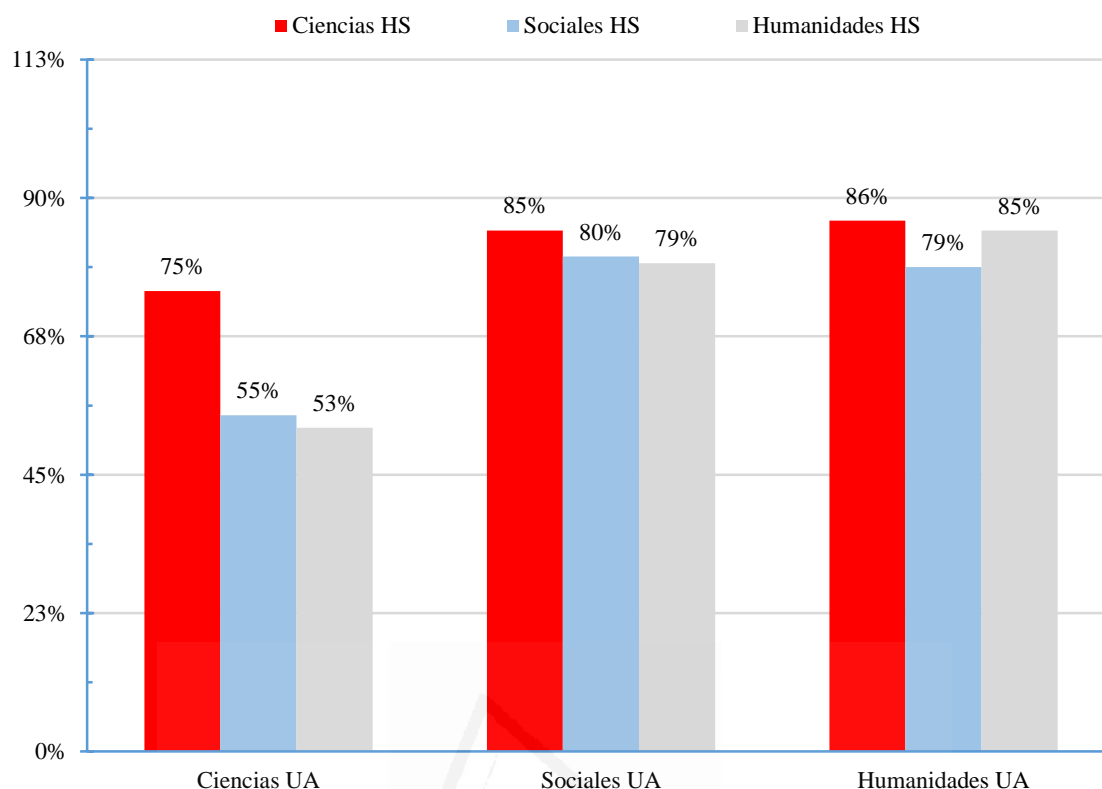


Figura 2.4. El rendimiento (tasas de aprobados) según el tipo de programa de estudio escolar recibido en secundaria.

Conclusiones de Capítulo 2

1. Se descubrió que los estudiantes de la escuela secundaria que habían cursado ciencias sociales en su mayoría se habían quedado con su opción de la escuela secundaria y habían optado por el campo de ciencias sociales en la Universidad.

2. Un análisis inicial demuestra la relación entre los resultados obtenidos en las pruebas de acceso y los posteriores en el primer curso en la Universidad, pero se descubrió un mayor grado de correlación cuando se contemplaba el tipo de asignaturas cursadas en bachiller y la rama del grado elegido. Así, el campo de ciencias e ingeniería es muy complicado para estudiantes que provienen del programa de estudios sociales o de lenguas y humanidades de la escuela secundaria. Por ejemplo, aquellos con la nota de ingreso entre 5 y 6 tienen una tasa de créditos superados tan solo del 44 por ciento. Así son estudios de grado recomendados para notas de acceso con nota superior a 7.

3. Los candidatos universitarios que provienen de un programa de ciencias en la escuela secundaria muestran la tasa de créditos superados más alta en sus calificaciones a fin de año en la universidad, independientemente del campo universitario de estudio elegido. Dados los resultados, por lo tanto, este grupo tendrá mejores oportunidades y

estará mejor preparado para cualquier campo subsecuente del estudio. Por ello, si un estudiante no sabe lo que quiere estudiar en la universidad, dados los datos de este estudio, se podría recomendar preferentemente cursar asignaturas de ciencias, ya que amplía las posibilidades de obtener mejores resultados en cualquier grado.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

CAPITULO 3. MODELO CONCEPTUAL PARA ELEGIR LA MEJOR ALTERNATIVA Y LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA ATD PARA ELEGIR UNA CARRERA UNIVERSITARIA.

3.1. Declaración del problema de elegir la mejor solución

El trabajo resuelve el problema de tomar una decisión, es decir selección de la mejor, en cierto sentido, alternativa (solución) de varias opciones para lograr el resultado deseado. En este caso, las alternativas se evalúan de acuerdo con varios criterios, lo que introduce complejidad en el análisis y el procesamiento de datos.

Para determinar el tipo de toma de decisiones sobre la alternativa en estudio, consideraremos los significados de los conceptos: decisión óptima, efectiva y racional.

La decisión óptima presupone una elección entre aquellas soluciones en las que se alcanza el valor extremo de cierto criterio que caracteriza la calidad del control (Mamikonov, 1983).

El óptimo se determina por los indicadores cuantitativos, cuyo valor se puede obtener mediante el cálculo utilizando métodos de optimización (método de criterio principal, método de convolución lineal, método de convolución maximin, etc.). Al calcular el valor del indicador para todas las soluciones posibles, es posible componer su secuencia, ordenada por valores decrecientes del indicador. La solución en primer lugar en esta secuencia es óptima.

La especificidad del sistema de gestión social es tal que está lejos de ser siempre posible encontrar la única solución que sea óptima. En tales casos, se utilizan otros métodos que proporcionan, aunque no estrictamente óptimas, pero lo suficientemente cerca de ellas. Una solución en la que los métodos aproximados utilizados, que difieren de los estrictamente óptimos dentro de límites prácticamente admisibles, se denominan efectivos o casi óptimos. En este caso, es posible que los resultados de una solución efectiva coincidan en algunos casos con los resultados de la solución óptima.

Una solución que no es óptima ni eficiente, pero que utiliza dichos métodos para seleccionar soluciones que son las mejores posibles en un sistema dado y que dan resultados aceptables, se llama racional.

Al resolver el problema de elegir una carrera universitaria, el objetivo principal es obtener la mejor solución, lo que significa efectivo o casi óptimo.

Al tomar la mejor decisión, nos referimos a la elección de dicha alternativa entre las posibles, en la que, teniendo en cuenta los diversos criterios y requisitos en conflicto, se determinará el valor total. Es decir, maximizará el logro de la meta.

El problema multicriterio se define de la siguiente manera:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} = \{x_i, i = \overline{1, n}\}, \quad (3.1)$$

Dónde X – muchas alternativas (soluciones) – muchas especialidades ofrecidas por la Universidad de Alicante a los solicitantes (42 carreras universitarias según 2017-2018 año académico en principio de investigación, hoy en día 49);

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\} = \{f_j, j = \overline{1, m}\} \quad (3.2)$$

Dónde F – Muchos criterios que caracterizan las alternativas.

Se resuelve un problema multicriterio, donde la relación entre muchas alternativas X y muchos resultados Y determinista, es decir hay una representación única $X \xrightarrow{\varphi} Y$, la función está implementada $y = \varphi(x)$, $x \in X$, $y \in Y$ y un conjunto de indicadores de los criterios. $f_j : Y \rightarrow R$, $j = 1, 2, \dots, m$ (R es el conjunto de números reales).

Tipo de problema de optimización multicriterio:

$$f_j(x) \rightarrow \max_{x \in D}, f_j : D \rightarrow R, j = 1, \dots, m; D \subseteq R^n \quad (3.3)$$

Por lo tanto, dado m funciones o funcionales f_i representando el conjunto D n -vectores dimensionales $x = (x_1, \dots, x_n)$ en el conjunto de números reales.

De esta forma, se supone que todas las alternativas están parametrizadas y cada una de las soluciones corresponde a un punto $x \in R^n$. Un conjunto de X se llama el conjunto de valores admisibles y se denota por D es decir selección de valores óptimos X no se realiza en todo el espacio n -dimensional, sino dentro de un determinado subconjunto D .

El objetivo de resolver el problema multicriterio de elegir una carrera universitaria es determinar la mejor carrera o carreras universitarias para un solicitante.

Al resolver el problema investigado de múltiples criterios de elegir la mejor carrera universitaria, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- el multinivel del sistema de criterios privados (locales) y su desigualdad (los criterios hacen diferentes contribuciones a la evaluación integral de la

alternativa);

- la necesidad de tener en cuenta simultáneamente los criterios cuantitativos y cualitativamente especificados para evaluar alternativas;
- la necesidad de acordar las opiniones de expertos;
- proceso de selección múltiple;
- compatibilidad de las características objetivas y subjetivas de los elementos del problema.

Además de los factores anteriores, debe agregarse que el objeto en estudio tiene una gran cantidad de alternativas, lo que agrega dificultades para determinar los valores para cada criterio y para elegir la mejor solución.

Dado que el objeto en estudio es principalmente de naturaleza social, la mayor dificultad es la etapa de extracción y formalización de información y el proceso de procesamiento de información sobre alternativas, criterios y sistemas de preferencias. El procedimiento de recuperación de información está planeado principalmente para llevarse a cabo, basándose en la experiencia, el conocimiento y las técnicas heurísticas de los expertos del área temática estudiada.

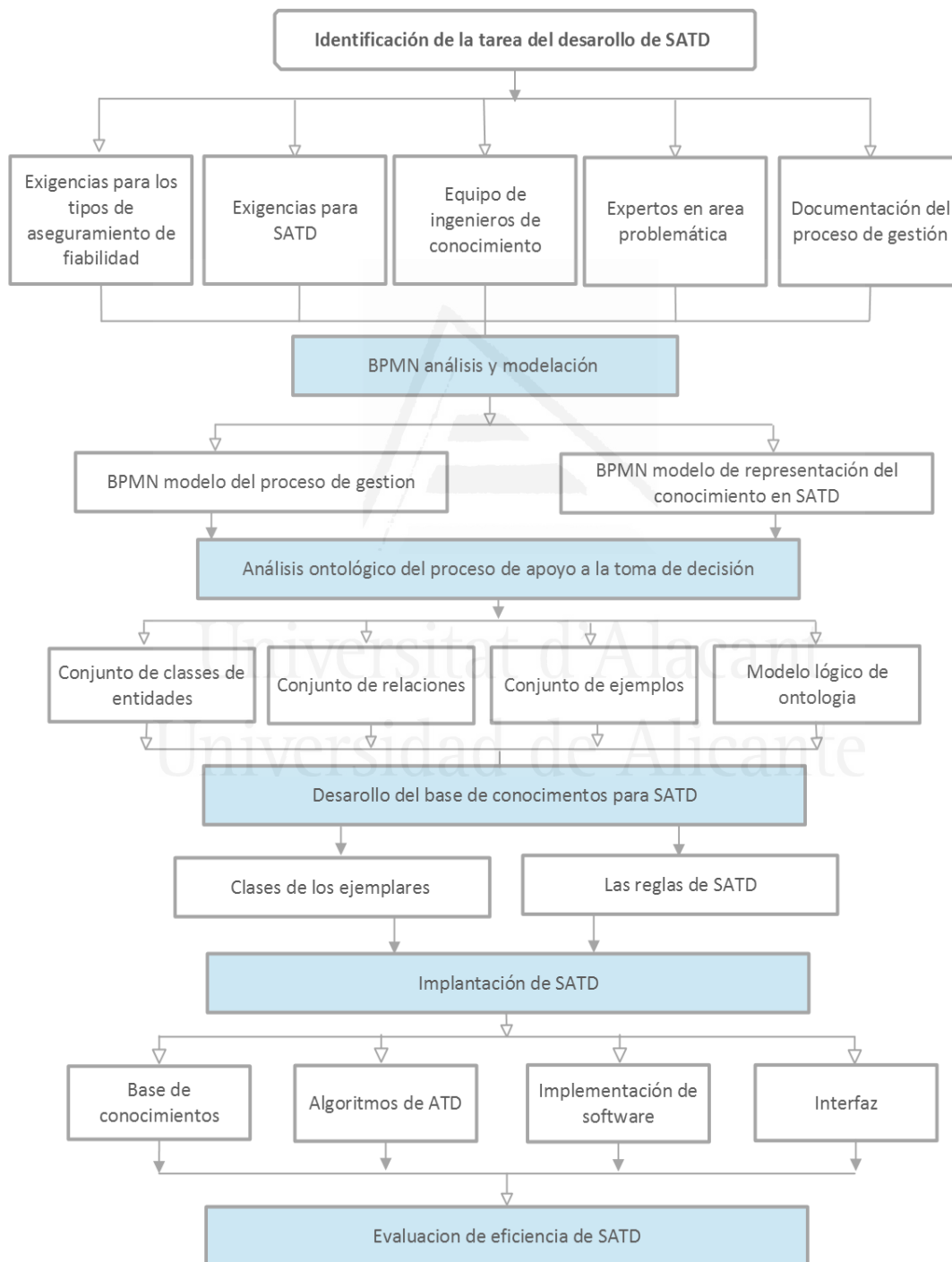
3.2. Metodología para desarrollar un sistema de apoyo a la toma de decisiones al ingresar a la universidad

Sobre la base del enfoque propuesto, se creó una metodología para el desarrollo de algoritmos para la formación de recomendaciones para la toma de decisiones basadas en la ingeniería del conocimiento utilizando la ontología del área temática. La técnica incluye los pasos que se muestran en la Fig. 3.1.

Etapa *identificación* del área problemática está precedida por el desarrollo de cualquier sistema de apoyo a la toma de decisión (SATD) (Dzhabrailova et al, 2004) (Ilyasov et al, 2003) (Yanguzarova, 2004). En esta etapa, se determinan las tareas que se deben resolver con la ayuda del sistema de apoyo a la toma de decisión, se determinan sus funciones principales y se describe el esquema del sistema futuro. Como resultado de esta etapa, se elabora una especificación del sistema, se determina un equipo de desarrolladores, un equipo de expertos (especialistas en el área temática), con quienes interactuará el ingeniero de conocimiento. Además, se recopila documentación (documentos reglamentarios, reglamentos, instrucciones, informes, etc.), que contiene

diferente información sobre la toma de decisiones al ingresar a una universidad, relacionada con el apoyo a decisiones estratégicas, para su posterior formalización en etapa BPMN análisis y modelización del área temática.

BPMN *análisis y modelado* se lleva a cabo utilizando Business Studio e implica la construcción de un complejo de modelos BPMN (Andreychikov et al, 2002). El resultado de esta etapa es el modelo BPMN del proceso de gestión y de representación



del conocimiento en el sistema de apoyo a la toma de decisiones.

Figura 3.1. Diagrama de las etapas de la metodología para desarrollar una base de conocimiento del SATD

El siguiente paso es el análisis ontológico del proceso de apoyo a la toma de decisión, en cuyo procedimiento se lleva a cabo la selección y sistematización de factores que afectan la dinámica de clases y relaciones; estructuración (definición de variables de entrada, intermedias y de salida para la estructura jerárquica de la base de conocimiento), construcción de un modelo lógico de ontología de acuerdo con una estructura específica.

El análisis ontológico es un trabajo analítico con el objetivo de definir y combinar aspectos relevantes de información lógica y funcional del sistema en estudio en la ontología de contenido correspondiente. La base del análisis ontológico es la estructura de conceptos. SATD desarrollada en forma de diagramas BPMN (fig.3.2). Para aclarar y desarrollar el análisis ontológico, se propone un método complejo de extracción de conceptos que integra el análisis de un complejo de modelos estructurales teniendo en cuenta el conocimiento y la experiencia de los expertos y un análisis lingüístico automatizado de textos. Se analizaron métodos para extraer términos de entidades y relaciones entre ellos y se destacaron los principales: extraer términos y relaciones y sus aclaraciones basadas en jerarquías gráficas extracción de relaciones basadas en lógica inductiva, los términos se toman del glosario del modelo BPMN y puede especificarse manualmente; selección automática de términos y relaciones basadas en las propiedades lingüísticas de los sustantivos y la jerarquía de la herencia; agrupación por coincidencia de términos que describen entidades, reglas heurísticas basadas en la relación de dependencia lingüística, reglas generales de asociación basadas en aprendizaje automático.

En la etapa del desarrollo de base de conocimiento la definición de las reglas del sistema de apoyo a la toma de decisión se lleva a cabo para mejorar la adecuación del modelo ontológico formado con expertos. En consecuencia, esta etapa implica la formación y preparación del conjunto requerido de datos y conocimientos. Se propone la división del modelo ontológico en clases de acuerdo con la jerarquía del modelo BPMN.

Implementación del sistema de apoyo a la toma de decisiones implica escribir código de programa para componentes ATD, así como el llenado físico de la base de conocimiento en el entorno seleccionado como un robot de software (chat bot).

El último paso es evaluar la efectividad del sistema de apoyo a la decisión.

La metodología propuesta permite desarrollar un sistema de soporte de decisiones basado en la ingeniería del conocimiento, donde se resolverán los problemas de consistencia del conocimiento en la etapa del modelado.

3.3. Modelado de área temática basado en un enfoque estructural: un modelo de proceso para elegir la mejor carrera universitaria

El primer paso para crear un sistema de apoyo a la toma de decisión es el análisis del área temática. Para analizar el área temática en el mundo moderno, se utilizan dos enfoques: objeto y estructural. El enfoque de objetos es compatible con la metodología UML y se usa con mayor frecuencia para el diseño de bases de datos y sistemas de minería de datos. El enfoque estructural se utiliza en la construcción de sistemas basados en el conocimiento, a saber, tales sistemas, cuya clase incluye sistemas de soporte de decisiones, aunque la metodología UML también se puede utilizar para ellos.

En este documento, se propone utilizar la metodología BPMN, un conjunto de diagramas formado jerárquicamente con información semántica de soporte presentada en forma de glosario y en forma de hipertexto. La jerarquía de diagramas forma la estructura del futuro sistema SATD y está determinada por el esquema de descomposición de bloques. La jerarquía se refiere a los niveles de divulgación de los bloques del modelo BPMN en el proceso de su detallado. Cada bloque se puede descomponer en un diagrama diferente.

La metodología del modelo desarrollada sobre la base de BPMN permitirá sistematizar y automatizar las etapas de desarrollo de software para crear un sistema experto para elegir la mejor especialidad.

Metodología del proceso BPMN: el modelado permite describir la lógica de interacción de los flujos de información, la relación entre los procesos de procesamiento de información y los objetos que forman parte de estos procesos. Las unidades de descripción de dicho modelo son diagramas, unidades de trabajo (actividad) y conexiones entre ellos. Crear un modelo de proceso es una tarea compleja, pero le permite estudiar el proceso en detalle y detallarlo en el trabajo individual.

El modelo de proceso refleja la relación causal de las decisiones tomadas, el procedimiento de toma de decisiones, y resalta aquellos lugares donde el usuario tiene que evaluar una serie de alternativas para la toma de decisiones y, en función de sus conocimientos y experiencia, tomar una decisión. Cuando el modelo de proceso se

descompone en trabajos individuales, se obtiene un conjunto de acciones que un tomador de decisiones debe llevar a cabo para elegir una de las posibles soluciones. Para apoyar la adopción de tales decisiones, se utilizan sistemas expertos o sistemas de apoyo a la decisión. Destacar los procesos de toma de decisiones le permite pensar a través de un conjunto de reglas de decisión dentro de cada proceso. Estas reglas forman la base del sistema de apoyo a la toma de decisión desarrollado - base de conocimiento (Startseva, 1997).

Con objetivo de resolver el problema investigado al diseñar la estructura de la base de conocimiento del sistema se llevan a cabo las siguientes etapas:

- formación de un modelo de proceso;
- el uso del modelo de proceso para determinar la estructura de la base de conocimiento y su implementación en la ontología.

El análisis del área temática mostró que:

1) Las características principales del problema en investigación incluyen las siguientes:

– incertidumbre; un problema multicriterio se resuelve en condiciones de incertidumbre, mientras que la información necesaria para la toma de decisiones es principalmente de naturaleza cualitativa;

– criterios múltiples, y los criterios estudiados se presentan en varias escalas de medición (intervalo, nominal, ordinal);

2) Los métodos de teoría de la toma de decisión y los métodos de optimización (método de criterio principal, método de convolución lineal, método de convolución maximina) no se pueden utilizar para resolver el problema investigado por las siguientes razones:

– una gran cantidad de criterios y alternativas;

– la presencia de una escala nominal para medir criterios, es decir, no es posible utilizar el mecanismo de ningún tipo de convolución;

– no es necesario minimizar o maximizar los criterios;

3) Las ramas de conocimiento en la universidad son extremadamente diversas y cada rama se caracteriza por diferentes tipos de criterios: comunes a todas las especialidades dentro del rama de conocimiento y su propio conjunto de criterios que revelan las características individuales de la capacitación en una carrera universitaria en particular. Este número de criterios aumentará significativamente la dimensión del

problema en estudio.

Para resolver el problema, se propone limite el conjunto de alternativas (usando agrupamiento) y agregue los criterios. Los subconjuntos obtenidos nos permitirán limitar el área de búsqueda y determinar un conjunto de criterios, lo que facilitará en gran medida la solución del problema de elegir la mejor carrera universitaria. Por lo tanto, teniendo en cuenta la información anterior para elegir la mejor carrera universitaria de un solicitante, se propone implementar un algoritmo desarrollando BPMN modelo de la formación de la base de conocimiento SATD.

Por lo tanto, para resolver el problema investigado de la formación de un base de conocimiento (BC), se desarrolló un Modelo de formación de BC de SATD (Figura 3.2), se resaltaron los procesos de toma de decisiones en el diagrama de nivel superior, se determinó su jerarquía, sobre la base de qué subprocesos de toma de decisiones se crearon. BPMN metodología le permite dividir el modelo, resaltando los submodelos del modelo existente por algún atributo y combinarlos para crear un nuevo modelo.

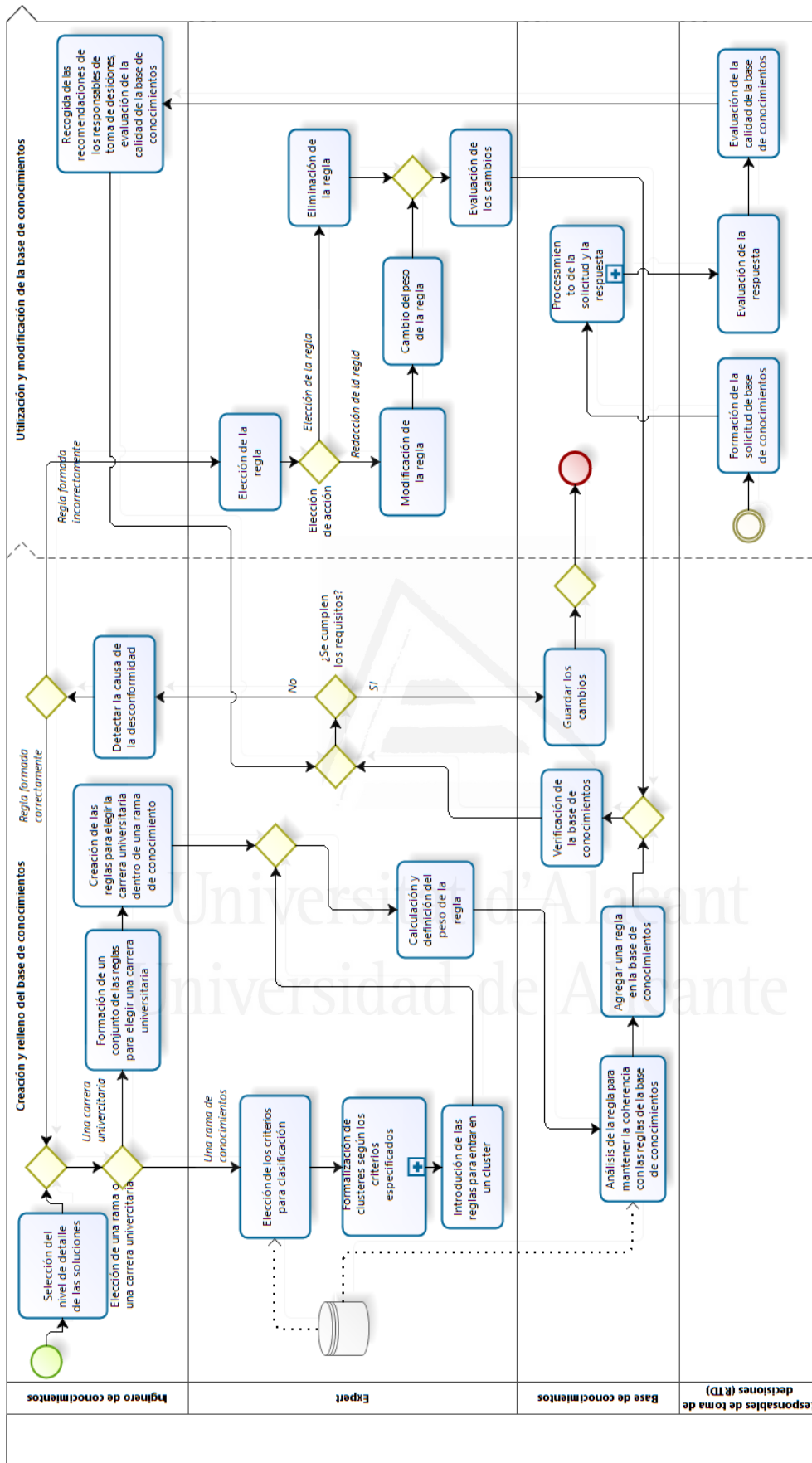


Figura 3.2. El modelo de formalización de BC de SATD

En la figura 3.3 se presenta el subprograma "Formalización de clústers de soluciones según los criterios" y en la figura 3.4. se facilita el subprograma "Procesamiento de la solicitud y la respuesta". Ambos subconjuntos se construyeron con la descomposición del modelo de apoyo a la toma de decisiones de nivel superior. El modelo procesional "Selección del nivel de detalle de las soluciones" se compone de dos caminos: el apoyo a la toma de decisiones sobre la elección de la rama de conocimiento universitario, es decir la orientación de la formación y el apoyo a la toma de decisiones sobre la mejor opción, y paso siguiente es la elección sobre la mejor carrera universitaria dentro de la rama de conocimiento seleccionada (Illyasov, 2006).

Como expertos fueron entrevistados: Kamila Nugaeva (Nugaeva, 2007) y Nailya Yangurazova (Yanguzarova, 2006) cuyas tesis y doctorados fueron dedicados al tema de educación universitaria. Mencionados trabajos fueron defendidos en el Departamento de cibernética técnica en la Universidad de técnica de aviación estatal de Ufa (Strartseva et al, 2006).

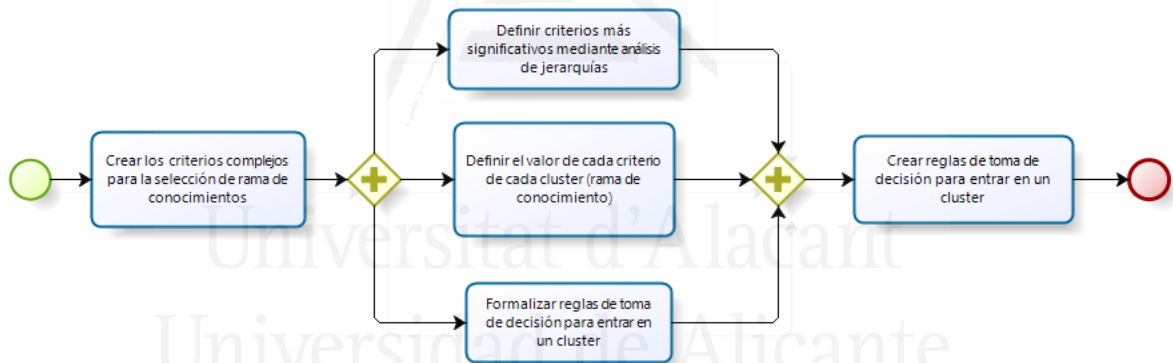


Figura 3.3. Creación de clústers de soluciones según los criterios elegidos

La elaboración de modelos de procesamiento permite distinguir los procesos de apoyo a la toma de decisiones sobre "entrada" en la rama de conocimiento y elegir la mejor carrera universitaria para cada candidato de acuerdo con su perfil del método Holland recibido. En la Universidad de Alicante se imparte formación a estudiantes en 49 carreras de estudios (referencia <https://web.ua.es/es/estudia-ua/grados-ua.html>), la mayoría de las cuales son de Ciencias Sociales y Jurídicas (21 carreras). Por lo tanto, en la primera etapa, la elección de la formación se realiza como una decisión para entrar en

- los principales participantes en el proceso de creación y uso del ATD;
- factores que caracterizan el problema investigada;
- etapas y métodos para resolver el problema y crear un ATD.

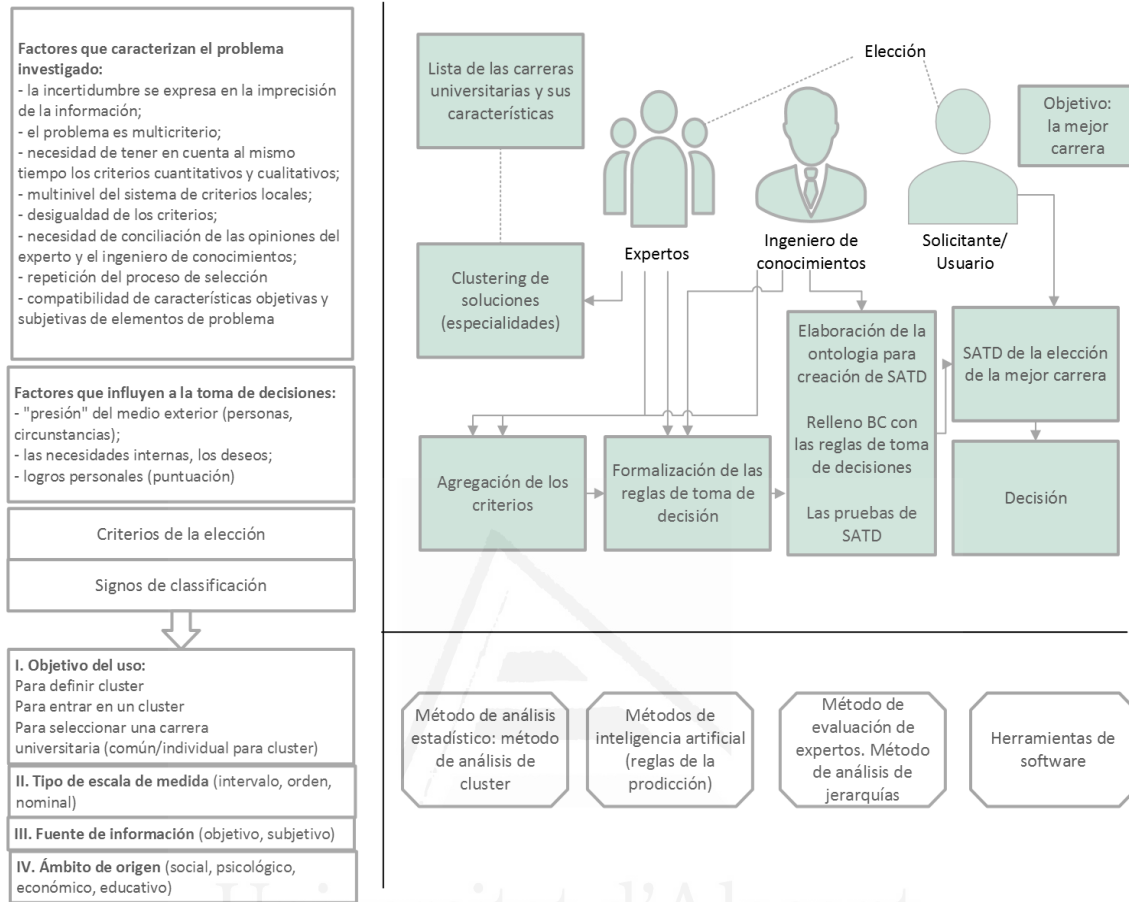


Figura 3.5. Modelo conceptual para elegir la mejor alternativa

Sobre la base del modelo conceptual para elegir la mejor alternativa, se está creando un sistema fundamentalmente nuevo para una clase de problemas multicriterios caracterizados por un alto grado de incertidumbre, que se expresa en forma de falta de precisión, imprecisión e información incompleta.

Este sistema experto reduce la incertidumbre a través de las etapas de agrupación de alternativas, agregando criterios y tiene como objetivo trabajar con datos semiestructurados que contienen estimaciones cuantitativas y cualitativas de la solución, y las cualitativas tienden a dominar y son las principales para determinar la dirección de la capacitación.

Así, los modelos BPMN desarrollados permiten obtener información completa y visual sobre el área temática estudiada, desarrollando la estructura de la base de conocimiento y la estructura del SATD desarrollado.

3.5. La estructura del SATD y la organización de la base de conocimiento para resolver el problema de elegir una carrera universitaria al ingresar a la universidad

Según su estructura, el SATD es un sistema inteligente que incluye una base de conocimiento y un mecanismo de inferencia, así como un componente para explicar las recomendaciones emitidas (Badamshin, 2003).

En la Figura 3.6. presenta la estructura del SATD desarrollado para la elección de una carrera al ingresar a la universidad.

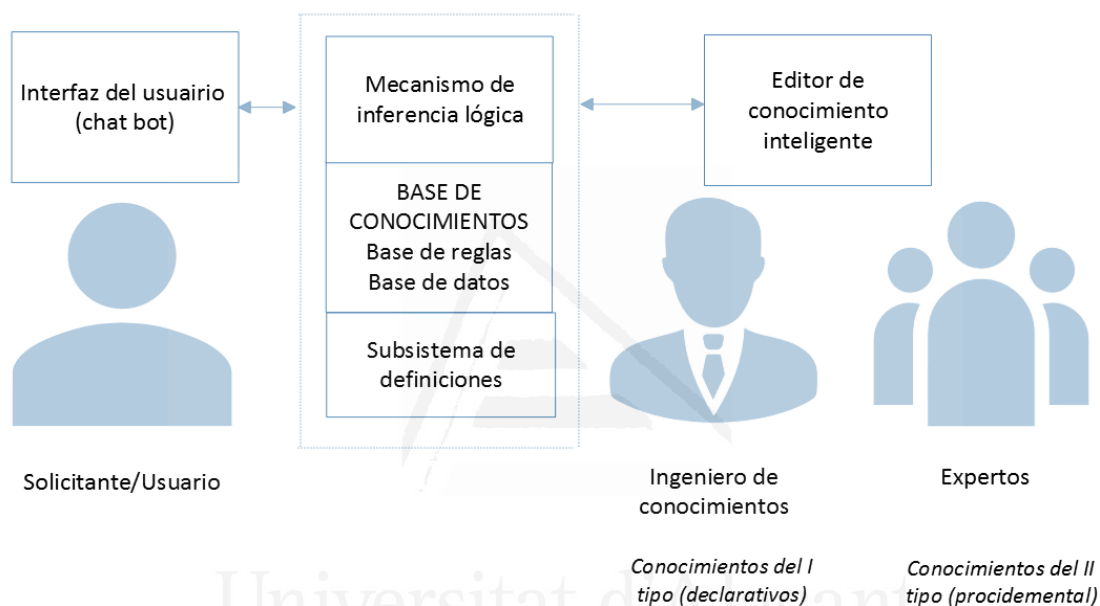


Figura 3.6. La estructura del ATD para elección de carrera universitaria al ingresar a la universidad

Base de conocimiento de la elección de la mejor carrera universitaria es el núcleo del SATD: este es un conjunto de conocimientos sobre el área temática estudiada, que se representa utilizando el modelo de conocimiento de producción. Por lo tanto, la base de conocimiento consiste en una base de reglas recibidas de expertos y presentadas en la ontología.

Mecanismo de inferencia lógica del algoritmo de procesamiento del conocimiento determina el sistema experto desarrollado, que se implementa sobre la base del modelo de inferencia, es un intérprete de la base de conocimiento y se propone su implementación en forma de chat bot.

El proceso principal es aplicar el motor de inferencia al conocimiento original para obtener el conocimiento resultante de interés para el usuario.

Los conocimientos que poseen los expertos y el ingeniero de conocimiento en

área de estudio se dividen en declarativos (datos fácticos) y de procedimiento, que consisten en las reglas para manipular hechos para obtener conclusiones que conducen a nuevos conocimientos.

Para comunicarse con el SATD se debe crear *un interfaz de usuario*, que proporciona al usuario la capacidad de formular consultas al ATD e ingresar datos iniciales sobre el problema de interés para el usuario, así como recibir recomendaciones del ATD.

Subsistema de definiciones permite que el programa explique su razonamiento al usuario, proporcionando justificación para las conclusiones del sistema, una explicación de la necesidad de datos específicos (Badamshin, 2003).

Consideremos en detalle los principales elementos del SATD para elegir una carrera al ingresar a la universidad: *base de conocimiento y motor de inferencia*.

Existen varios modelos de representación del conocimiento en sistemas basados en los conocimientos, y los conocimientos presentados en un modelo puede trasladarse a otro modelo. Para resolver el problema multicriterio, complacer por la dificultad de formalizar de elegir la mejor alternativa, se está desarrollando un sistema de información inteligente – SATD, utilizando el modelo de inferencia de representación del conocimiento.

El modelo de inferencia (el modelo de producción) se representa como un conjunto de reglas "Si (condición), entonces (acción)". Las principales ventajas de los sistemas de producción están asociadas con la simplicidad de representar el conocimiento y organizar la inferencia lógica. Las desventajas del modelo de inferencia incluyen: la complejidad de evaluar una imagen holística de los conocimientos y la baja eficiencia del procesamiento de los conocimientos.

El modelo de inferencia se utiliza para resolver problemas complejos, ya que le permite personalizar el mecanismo de inferencia para los detalles del área temática y tener en cuenta la incertidumbre del conocimiento.

En el modelo de inferencia, la unidad básica de conocimiento es la regla "SI-ENTONCES", que se puede utilizar para expresar las relaciones espacio-temporales, de causa y efecto, de comportamiento funcional (situación-acción) de los objetos. Los objetos mismos pueden describirse mediante reglas: "Objeto-propiedad" o "conjunto de propiedades-objeto", aunque con mayor frecuencia las descripciones de los objetos aparecen solo como variables ("valor-atributo") dentro de las reglas. El modelo de inferencia está destinado principalmente a describir una secuencia de diferentes

situaciones o acciones. Proporciona una organización más flexible del motor de inferencia en comparación con el modelo lógico.

El SATD desarrollado consta de una gran cantidad de reglas que describen los procesos a la toma de decisiones para elegir la mejor carrera universitaria. La base de conocimiento, que contiene cientos de reglas para la toma de decisiones, es difícil de percibir, editar y usar, la conclusión de tal base de conocimiento en presencia de un gran número de reglas se vuelve muy larga.

Se propone construir la base de conocimiento del sistema experto de forma modular de tal manera que la descomposición de la base de conocimiento en módulos se realice de acuerdo con la jerarquía de procesos de toma de decisiones establecida en el BPMN-modelo (Figuras 3.2, 3.3 y 3.4).

La construcción de un modelo de proceso nos permite destacar los procesos de tomar decisiones sobre "entrar" en el cluster y tomar decisiones sobre la mejor opción para la selección de módulos BC SATD (Figura 3.7)

Las ventajas del principio modular de construir una base de conocimiento son las siguientes:

- los módulos proporcionan medios y métodos para guardar la base de conocimiento en archivos almacenados por separado y el uso de estos archivos por varias aplicaciones;
- el mecanismo de inferencia toma en cuenta la división en módulos BC durante la operación a la toma de decisión;
- los módulos se pueden activar y desactivar selectivamente, lo que permite excluir las reglas de módulos inactivos de la consideración.

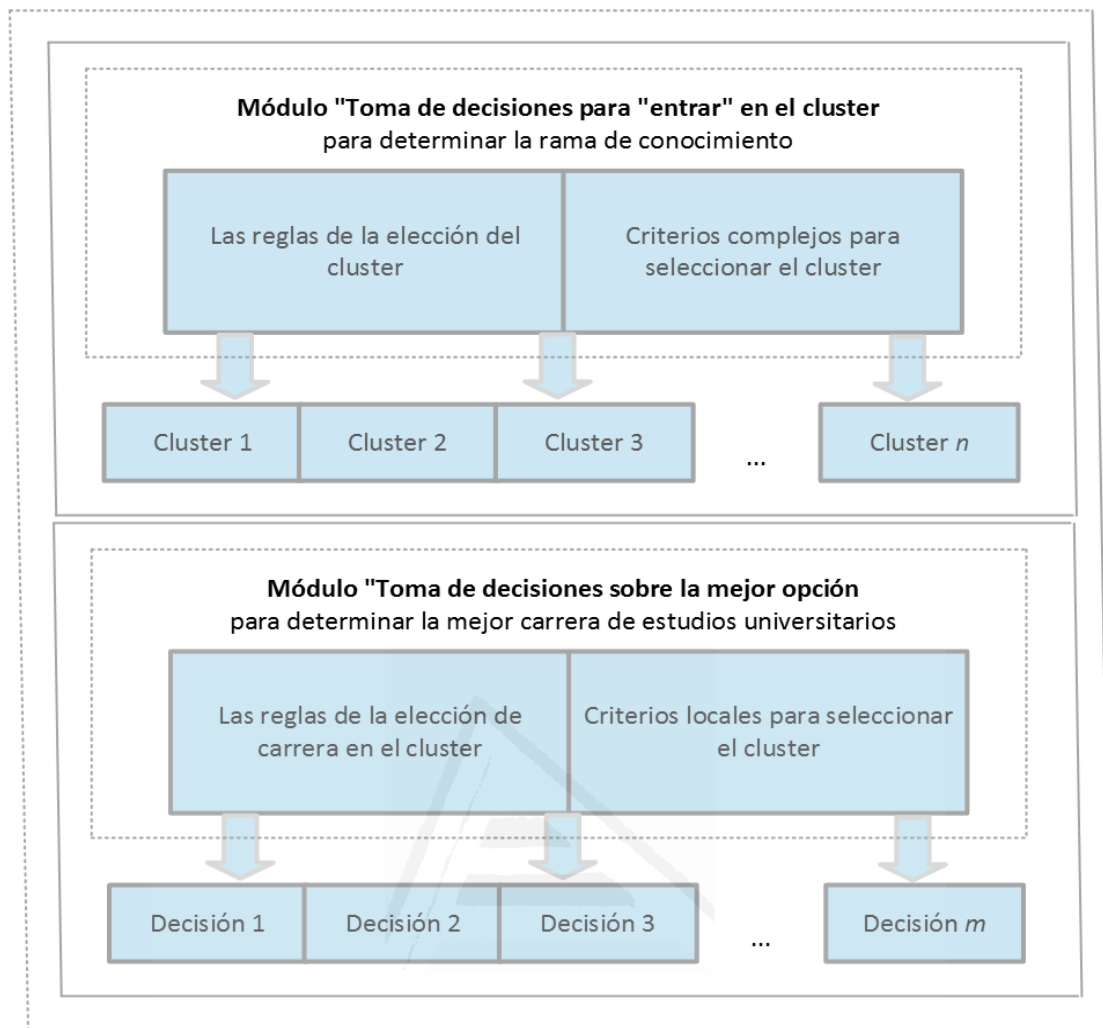


Figura 3.7 Principio modular de construcción de base de conocimiento del SATD

Los módulos de BC se pueden organizar en una jerarquía, es decir, un módulo puede ser un módulo de nivel superior o un submódulo asociado con un objeto separado. El nivel de anidación de los módulos es igual al nivel de anidación del modelo de toma de decisiones del proceso, en base al cual se construyen los módulos de la base de conocimiento.

Por lo tanto, además de la conveniencia de la construcción y la percepción, la base de conocimiento modular también es conveniente en el proceso de uso, ya que mejora el rendimiento del motor de inferencia.

En el SATD desarrollado, se supone que todo el conjunto de conocimientos se almacena en forma de estructura de árbol: "gráfo Y-O (AND-OR)" y debe ser un árbol de decisión jerárquico en forma de ongrafo orientado sin retroalimentación.

En la figura 3.8 se muestra un fragmento de la estructura del gráfo Y-O dirigido con arboles en los nodos (AND-OR).

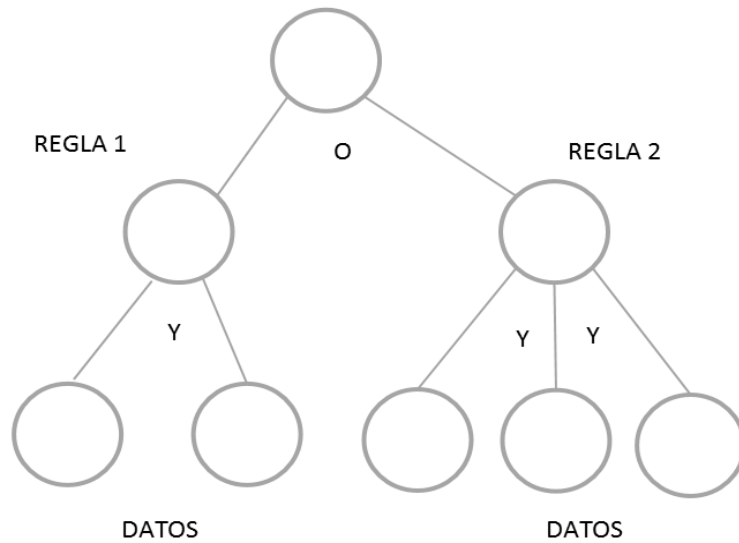


Figura 3.8. Fragmento de la estructura del gráfico Y-O

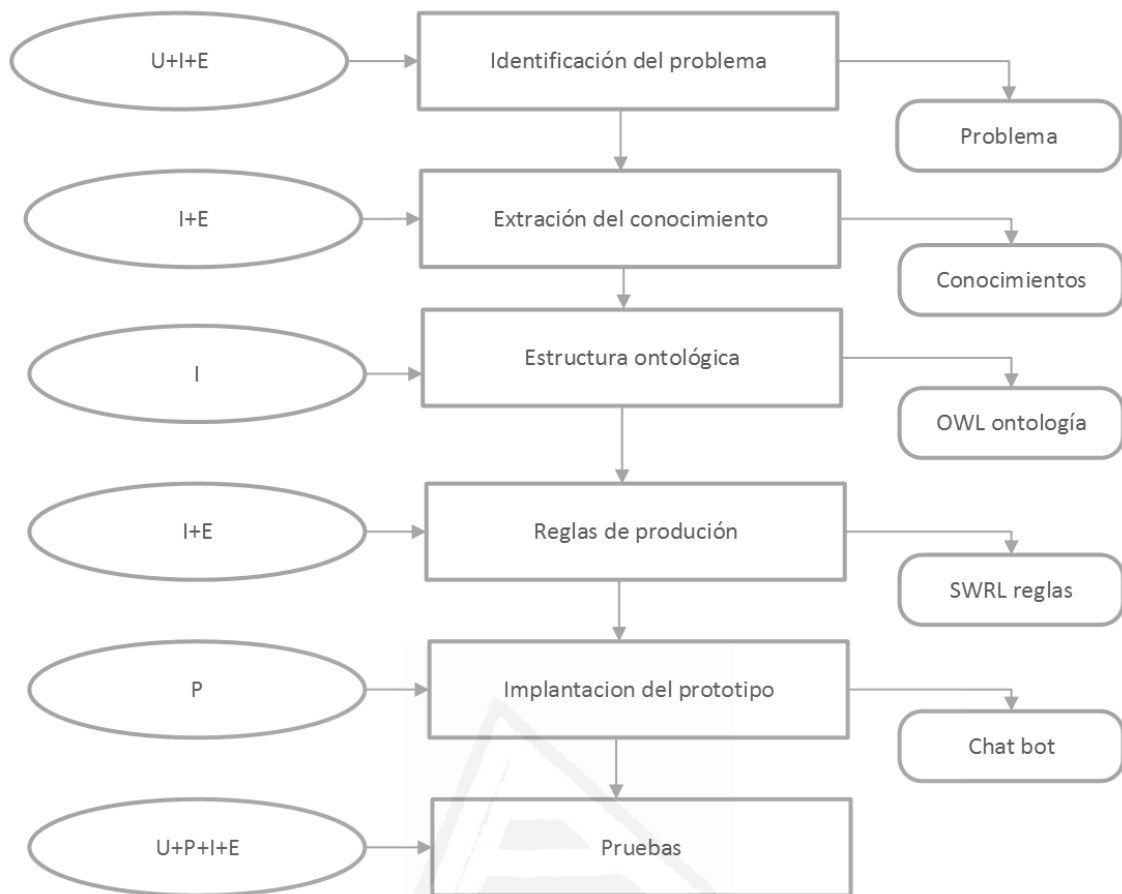
Mecanismo de inferencia lógica realiza dos funciones principales: ver los hechos y las reglas existentes en la memoria de trabajo desde la base de reglas, determinar el orden de visualización (directo - de los hechos a las conclusiones y al revés – de las conclusiones a los hechos) y aplicación de las reglas. El motor de inferencia incluye un componente de conclusión y un componente de control.

En el sistema que se está desarrollando, se implementa la estrategia de inferencia lógica directa de los hechos a la conclusión, en cuyo proceso se lleva a cabo la búsqueda de hechos en una estructura dada del gráfico de conocimiento Y-O (AND-OR).

Para manejar las incertidumbres del conocimiento del problema en estudio, se utiliza teoría de Stanford del factor de confianza. La elección del enfoque se debe al hecho de que los criterios para el problema de múltiples criterios de elegir la mejor carrera universitaria son predominantemente de naturaleza cualitativa (escalas nominales y ordinales), lo que predetermina la solución del problema por un experto (Jackson, 2001).

Después de que se genera el árbol de decisión, el ingeniero de conocimiento puede minimizar la lista de características eliminando las características que no se utilizaron al construir el árbol de decisión.

En la Figura 3.9 se presentan las etapas de desarrollo del SATD para la elección de una carrera universitaria al ingresar a una universidad.



Leyenda: U - usuario (cliente), E - experto,
I - ingeniero de conocimiento (analista), P-programador

Figura 3.9 Etapas del desarrollo del sistema ATD para elegir la mejor alternativa

Para obtener un SATD que funcione de manera eficiente para elegir una especialidad al ingresar a una universidad, debe pasar por todas las etapas del desarrollo del sistema.

Conclusiones del Capítulo 3

1. El análisis del área temática se ha llevado a cabo. El problema investigado de apoyo a la toma de decisiones de naturaleza social es un problema multicriterio complejo formalizado con una gran cantidad de factores de incertidumbre y puede resolverse utilizando los medios de análisis y control intelectual.

2. Se desarrolló un conjunto de modelos BPMN para elegir la mejor solución. Los modelos desarrollados son la base para diseñar la estructura de la base de conocimiento.

3. Se ha desarrollado un modelo conceptual para elegir la mejor alternativa, que es la base para construir un algoritmo y crear un SATD fundamentalmente nuevo para una clase social de problemas de criterios múltiples caracterizados por un alto grado de incertidumbre.

4. La estructura del SATD para la elección de una carrera de estudios universitarios al ingresar a una universidad se ha desarrollado sobre la base del modelo de inferencia de representación del conocimiento en forma de un gráfico orientado Y-O, y la base de conocimiento del SATD se organiza utilizando el principio modular de separar los procesos a la toma de decisiones.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIÓN AL INGRESAR A LA UNIVERSIDAD

4.1. La estructura del sistema de apoyo a la toma de decisiones y la interacción de sus componentes

Al desarrollar un SATD, se propone combinar el principio fundamental de encontrar una solución óptima, característica de problemas totalmente formalizados, con el principio de utilizar el conocimiento experto, característico de la teoría de la inteligencia artificial. Basado en los resultados del modelado BPMN se propone la estructura de un sistema de apoyo a la toma de decisiones estratégicas, que incluye una ontología de tareas, modelos y métodos de apoyo a la toma de decisiones, una base de conocimiento con reglas y ejemplares de reglas, así como módulos para encontrar soluciones basadas en reglas, módulos para optimizar y adaptar decisiones, un módulo para la recuperación de información en un único espacio de información, organizado por una ontología (Figura 4.1).

La estructura SATD (SDSS) se define formalmente de la siguiente manera:

$$SDSS = \langle \text{Onto}, \text{KB}\{Rule\}, M, S(M), Dec \rangle, \quad (4.1)$$

Dónde *Onto* - ontología de apoyo a la decisión;

KB{Rule} - base de conocimiento que contiene el módulo de reglas *Rule*;

$M = \{M_1, M_2, \dots, M_n\}$ - un conjunto de objetos, modelos ontológicos, lógicos y formales que implementan las funciones de modelado del proceso de toma de decisiones.

S(M) - es un módulo que implementa la función de elegir los modelos necesarios para el problema en consideración;

Dec - un módulo para la toma de decisiones basado en la base de conocimiento y el modelado matemático.

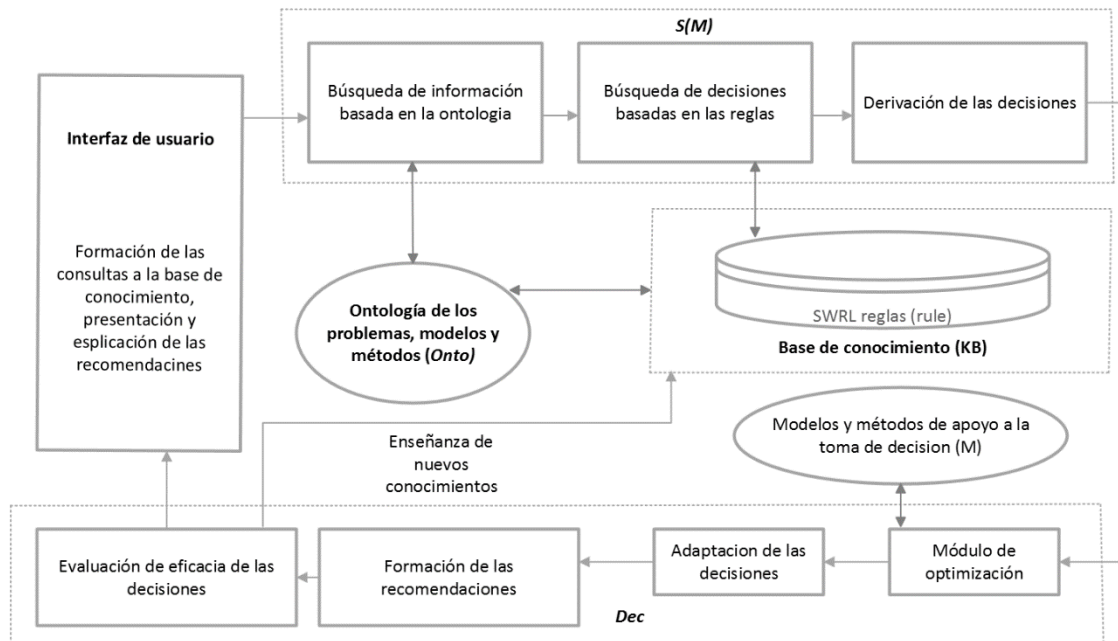


Figura 4.1 - Esquema general de interacción entre los componentes de la base de conocimiento y la ontología en el proceso de encontrar decisiones y aprender nuevos conocimientos.

El espacio de información para representar el conocimiento sobre la elección de la rama de conocimiento en la universidad se organiza sobre la base de la ontología. La ontología es un modelo de conocimiento presentado formalmente sobre la base de la conceptualización de la noción (Gavrilova, 2000), (Gavrilova, 1992), (Jackson, 2001). La conceptualización implica la descripción de un conjunto de objetos y conceptos, el conocimiento sobre ellos y las relaciones entre ellos. La ontología proporciona un vocabulario común para resolver problemas de selección, define la semántica de los mensajes y es responsable de interpretar el contexto del mensaje. La ontología define un espacio de información unificado que le permite a uno presentar conocimientos expertos en forma de ontologías temáticas y ontologías de alto nivel, reglas para la admisión a una universidad y reglas de gestión en situaciones problemáticas, elección de una solución en situaciones problemáticas específicas, elección de una carrera universitaria.

4.2 Ingeniería ontológica de SATD

El desarrollo de sistemas modernos de inteligencia artificial requiere resolver problemas que impiden el desarrollo de tecnologías de gestión del conocimiento de nueva generación. Estos problemas surgen debido a una comprensión general insuficientemente explícita y precisa de la estructura de la información cuando es

compartida por personas y agentes de software. La ingeniería ontológica es un enfoque para resolver los problemas de almacenamiento y uso eficiente del conocimiento para sistemas de control inteligente en aplicaciones específicas.

Ingeniería ontológica incluye la identificación de las principales clases de entidades (conceptos básicos) en la descripción de procesos interactivos reales, relaciones entre estas clases, así como un conjunto de propiedades que determinan su cambio y comportamiento en la interacción.

Los objetivos de la ingeniería ontológica son:

- aumentar el nivel de integración de la información necesaria para la toma de decisiones,
 - aumentar la eficiencia de la recuperación de información,
- Brindando la oportunidad para el procesamiento conjunto del conocimiento basado en una descripción semántica única del espacio del conocimiento.

Demos varias definiciones del concepto de "ontología" para representar mejor la esencia de la ingeniería ontológica. **Ontología** (novolat. *ontologia* de Griego antiguo ὄν, género. pags. ὄντος – existencia, lo que existe + λόγος – doctrina, ciencia) – “La doctrina de la existencia; enseñando sobre siendo como tal; sección filosofía estudiando fundamental principios siendo, su más común entidades y categorías, estructura y patrones”, La doctrina filosófica de las categorías generales y leyes del ser, existiendo en unidad con la teoría del conocimiento y la lógica (Tsukanova, 2016)". El término "ontología" fue introducido por R. Goklenius en 1613 en su obra "Philosophical Lexicon" como equivalente al concepto de "metafísica".

A principios de los 90. Siglo XX el término "ontología" ha sido reinterpretado por los teóricos de la inteligencia artificial. La aparición de un nuevo modelo ontológico de representación del conocimiento en la teoría y la práctica de la inteligencia artificial fue causada por el desarrollo de Internet y la World Wide Web (*Red mundial*), el aumento del volumen de información procesada a distancia, la necesidad de mejorar la comunicación entre especialistas en diferentes campos de actividad para procesar datos y conocimientos, y mejorar la calidad de la recuperación de la información.

Hay varias definiciones del término "ontología" en la teoría moderna de la inteligencia artificial (Gavrilova, 2000) , (Gruber, 1993), (Dobrov, 2011). Por ejemplo, una de las definiciones más famosas de ontología fue formulada por T. Gruber: "La ontología es una especificación explícita de conceptualización" (Gruber, 1993).

Al describir el área temática, uno de los principales supuestos es el supuesto de que el mundo externo consta de objetos reales independientes (objetos, cosas o entidades) que pueden identificarse. *La esencia* es un objeto de naturaleza arbitraria perteneciente al mundo real o imaginario (virtual). En el nivel más general, las entidades se dividen en las siguientes categorías (clases): sujeto, propiedad (atributo), estado, proceso, evento, evaluación, modificador, cuantificador, modalidad (Pospelov, 1981). La esencia debe estar representada en la memoria de una computadora para poder realizar la búsqueda, análisis, procesamiento y presentación de información con su ayuda; para ello, se utilizan herramientas de descripción que aportan los conceptos básicos necesarios. Debajo *noción* (concepto) significa una clase de entidades, unidas sobre la base de propiedades comunes. Los conceptos se nombran utilizando palabras o frases del lenguaje natural que desempeñan el papel de signos.

La conceptualización implica la descripción de un conjunto de objetos y conceptos del dominio, el conocimiento sobre ellos y las relaciones entre ellos. Se propone un enfoque semiótico para la descripción, es decir, un enfoque desde el punto de vista de signos y sistemas de signos (Zalevskaya, 1999).

Los modelos cognitivos considerados reflejan el punto de vista de la inteligencia como un sistema complejo, que debe ser considerado de acuerdo con los principios del enfoque de sistemas. El usuario humano y el sistema de inteligencia artificial deben tener algún lenguaje, conocimiento y métodos de pensamiento comunes. La ontología crea la base para la gestión de sistemas complejos, las partes que intercambian información pueden entenderse correctamente entre ellos.

Se utilizan diversas fuentes de conocimiento para desarrollar ontologías: diccionarios y tesauros; palabras clave de expertos; documentos que regulan la gestión del proceso de toma de decisiones; *web*-documentos escritos en lenguaje natural; esquemas de bases de datos; Modelos de dominio BPMN; información sobre las necesidades y solicitudes de los usuarios. En la mayoría de las áreas temáticas de la gestión de sistemas complejos (aviación, energía, sistemas automatizados de información, sistemas de producción, sistemas de educación y salud), existe una cantidad significativa de documentos de texto que contienen descripciones de situaciones problemáticas específicas que establecen regulaciones y estándares para la gestión de objetos en tales situaciones. Sin embargo, el uso de solo la base textual del área temática para el desarrollo del tesoro introduce conexiones contextuales ajenas que no están relacionadas con el problema en consideración. Sin embargo, al desarrollar

bases de conocimiento, el conocimiento contenido en textos relacionados con el área temática y el conocimiento de los expertos identificados por los ingenieros del conocimiento en el proceso de diálogos se consideran con mayor frecuencia como fuentes de conocimiento. Se propone utilizar la tercera fuente de conocimiento: el modelo de proceso BPMN desarrollado utilizando *Bizagi*, como medio de acumulación de conocimiento experto, una descripción del propio proceso de toma de decisiones a partir de árboles de decisión y experiencia en el diseño de sistemas de información. Las fuentes de conocimiento para el análisis ontológico son también los resultados de la minería de datos sobre el funcionamiento de los procesos de negocio para la admisión / presentación de documentos a una universidad y la selección de candidatos para la admisión.

Al desarrollar una ontología, el autor tiene en cuenta que los lenguajes naturales tienen redundancia e incertidumbre en la representación de entidades. Entonces, por ejemplo, en el proceso educativo, algunos términos se usan en varias disciplinas con significados similares pero no idénticos, hay sinónimos, antónimos, homónimos. Las ontologías son utilizadas por personas, bases de datos y aplicaciones que necesitan compartir información sobre un dominio. Las ontologías incluyen definiciones interpretadas por máquina de conceptos básicos de dominio y relaciones entre ellos. Por lo tanto, es extremadamente importante resolver el problema de representar la información del lenguaje natural en una forma interpretada por una máquina. Existe la necesidad de desarrollar una terminología unificada, detallada y coherente que pueda ser utilizada en diversos contextos y aplicaciones formales, en sistemas de inteligencia artificial para el desarrollo de modelos de representación del conocimiento. La ontología es una forma conveniente de crear dicha terminología, teniendo en cuenta el contexto del área temática, proporcionando los conceptos, relaciones y restricciones necesarios que se utilizan como bloques de construcción para construir un modelo específico para la resolución de un problema. Además, la ontología contribuye a incrementar la inteligencia de los sistemas de gestión del conocimiento basados en la representación de lo que a menudo permanece implícito o incierto. La ontología resuelve el problema de compartir y reutilizar el conocimiento de diferentes usuarios y / o programas informáticos. Así, el desarrollo de una ontología mejorará la eficiencia de las decisiones. (Chernyakhovskaya, 2018)

La ontología de apoyo a la toma de decisiones incluye ontología de nivel superior (metaontología) $Onto^{meta}$ y ontología temática $Onto^{App}$:

$$Onto = \langle Onto^{Meta} Onto^{App}, InfF \rangle, \quad (4.2)$$

Dónde: *InfF* - modelos de máquinas de inferencia asociadas con el sistema ontológico. Entidades abstractas de metaontología $Onto^{Meta}$ son conceptos como "objeto", "atributo", "valor", "relación", etc. Ontología temática $Onto^{App}$ organizado según las líneas de la metaontología $Onto^{Meta}$ y se presenta como una red semántica que incluye las estructuras conceptuales de dos áreas temáticas: el área de control de apoyo a la toma de decisiones al ingresar a la universidad $Onto^{Control}$ y el campo de los modelos matemáticos y los métodos de toma de decisiones. $Onto^{Model}$. La estructura conceptual de $Onto^{Control}$ incluye clases de variables de objeto del proceso de control como: EntranceExam, FCPerspective, HollandTestProfile, HollandTest, MajorHS, CutOffMark, EntranceMark y otros. Estructura conceptual $Onto^{Model}$ contiene conceptos que caracterizan la semántica de las características de los modelos matemáticos de toma de decisiones ("Modelo matemático", "Variable", "Función", "Índice", "Operador") en de acuerdo con la jerarquía establecida para modelos de este tipo (Bellman, 1965; Borisov et al, 1990; Nogin, 2007; (Soviets, 2005). La especificidad de las áreas temáticas en consideración presupone la presencia en la ontología de las relaciones de herencia, la agregación estática, así como varios tipos de relaciones paradigmáticas asociativas: relaciones de agregación, relaciones de causa-efecto, relaciones de similitud, relaciones de similitud semántica. Dentro de las estructuras conceptuales que pertenecen a la misma área temática, $Onto^{Control}$, las clases de entidad que pertenecen a la misma área temática forman una taxonomía de conceptos (es decir, una jerarquía) relacionados por relaciones de generalización, por ejemplo "ProfileRealistic" es una "HollandTestProfile". Entre clases conceptuales $Onto^{Control}$ y $Onto^{Model}$ se establecen relaciones asociativas. Materia llena de ontología $Onto^{App}$ se considera como un componente de la base de conocimiento que se trabaja con un área temática específica y, a su vez, es un patrón para construir un componente dinámico de la base de conocimientos que cambia cuando se pasa del estudio de una dirección específica a otra (Startseva et al, 2007). El esquema general de integración de ontologías a la toma de decisiones se muestra en la Fig. 4.2.

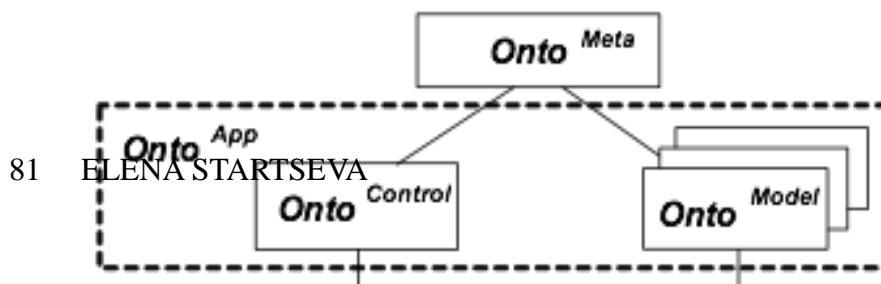


Figura 4.2 - Esquema general de integración de ontologías de soporte de decisiones

En este trabajo, la ontología de dominio se presenta como un conjunto de elementos:

$$Onto^{App} = \langle C, Pr, V, I, R, A, D \rangle, \quad (4.3)$$

Dónde C - el conjunto de clases $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$, Pr - propiedades, V - valores de propiedad, I - muchas instancias de la clase, o ejemplos $\{I_1, I_2, \dots, I_n\}$, R - conjunto de relaciones $\{R_1, R_2, \dots, R_m\}$, A - el conjunto de axiomas $\{A_1, A_2, \dots, A_k\}$, D - un conjunto de algoritmos de inferencia para ontología $\{D_1, D_2, \dots, D_l\}$. La entidad se convierte en una instancia de la clase $C_i \in C$ asignándole valores específicos.

Con base en los resultados del análisis ontológico, se realizó un estudio de la calidad del conocimiento presentado en el campo de modelar el proceso de elección de una carrera universitaria.

Para verificar la adecuación e integridad del conocimiento presentado, se desarrolla un modelo lógico de ontología. La descripción de la lógica para construir una ontología es necesaria para formalizar la estructura del conocimiento teórico en forma de una taxonomía de conceptos y una estructura de marco de precedentes presentados en la ontología como instancias de clases de conceptos. El modelo lógico de la ontología se desarrolla de acuerdo con la teoría de la lógica descriptiva (inglés - *Description Logic, DL*) La sintaxis de la lógica de primer orden está destinada a simplificar el procedimiento para formar declaraciones sobre objetos, y las lógicas descriptivas son sistemas de notación diseñados para simplificar el procedimiento para describir las definiciones y propiedades de las categorías. Los sistemas de lógica descriptiva evolucionaron a partir de redes semánticas en respuesta a la necesidad de formalizar los significados que las redes tienen, manteniendo un énfasis en el uso de la estructura taxonómica como principio de organización.

Las principales tareas de inferencia para las lógicas descriptivas se reducen a *generalización* (comprobando si una categoría es un subconjunto de otra comparando sus definiciones) y *clasificación* (determinación de pertenencia de algún objeto a alguna categoría). Algunos sistemas también proporcionan una verificación de consistencia de categoría, es decir si los criterios para pertenecer a una categoría son lógicamente factibles.

La descripción de la ontología se produce en el idioma *OWL DL (Ontology Web Language based on Description Logic)* El contenido principal de una ontología, presentado como una teoría lógica, se refleja en hechos y axiomas, que proporcionan información sobre clases, propiedades e instancias. Se utilizan varios tipos de hechos en la ontología. El primer tipo describe información sobre una instancia específica en la forma de las clases a las que pertenece, propiedades de instancia y valores de propiedad. Los axiomas asocian los identificadores de clases y propiedades con una especificación parcial o completa de sus características, proporcionan información sobre clases y propiedades, sobre la base de la cual es posible determinar la consistencia, para realizar inferencias sobre la ontología. La ontología *Onto^{App}* contiene los axiomas de la jerarquía de clases (el conjunto de axiomas *T-Box*), axiomas para describir las relaciones de asociación, axiomas impuestos a las propiedades (conjunto de axiomas *A-Box*) Para desarrollar axiomas en este estudio, se utilizó el lenguaje para describir reglas *SWRL (Semantic Web Rule Language)*.

La traducción de la ontología a la lógica descriptiva de Horn se puede llevar a cabo utilizando un software especial: traductores de idiomas. *RDF* y *OWL* de la base de conocimiento ontológico de Protégé en uno de los lenguajes lógicos de programación (*Prolog, Classic, SHOE*) o escribiendo un programa que contenga los axiomas del esquema conceptual de la ontología y los axiomas para describir situaciones y reglas específicas, incluso un chat-bot. La especificidad de la ontología desarrollada radica en la definición de axiomas de generalización. Axiomas de esquema conceptual (conjunto de axiomas *T-Box*) representan descripciones de taxonomía de clase, relaciones de generalización, ejemplos de clase representativos. Axiomas que describen situaciones específicas en el área temática y reglas que describen relaciones causales (conjunto de axiomas *A-Box*), muestra las reglas formadas en la ontología... En el campo del soporte de decisiones, las siguientes preguntas son posibles para verificar la adecuación de la ontología o para llevar a cabo la recuperación de información: “¿Qué características del proceso deben tenerse en cuenta al elegir un modelo?”, “¿Qué modelo matemático se

usó para seleccionar las características más significativas al elegir una solución”, “¿Qué modelo matemático se usó para resolver el problema de elegir una rama de conocimiento universitaria?”, “¿La presencia de un conflicto de partes afecta la elección de un modelo? ¿Toma de decisiones?”.

Para la formación de cadenas de conclusiones sobre la ontología, que conducen al objetivo deseado, por ejemplo, al reconocimiento de la clase, la dirección del aprendizaje para la elección de una clase de modelos matemáticos, se utiliza la inferencia lógica. La inferencia funciona según el método de resolución.

4.3. Componentes de representación del conocimiento en SATD

El procesamiento del conocimiento en el SATD se basa en una base de conocimientos, que utiliza un modelo de representación del conocimiento basado en reglas de toma de decisiones.

$$KB = \langle Class^S, Class^M, R, Inst, Ax \rangle \quad (4.4)$$

Dónde: $Class^S$ - clase de tareas;

$Class^M$ - una clase de modelos y métodos;

R - relaciones entre clases;

$Inst$ - ejemplos de clases;

Ax - axiomas

El conocimiento, cuyo sistema lógico está ordenado, se presenta en el módulo de reglas. El conjunto de reglas contiene reglas de admisión, reglas para elegir una especialidad, reglas para tomar decisiones en situaciones problemáticas cuando, por ejemplo, no hay suficientes puntos para la admisión, o cuando hay suficientes puntos para entrar, pero no hay suficientes recursos para una capacitación exitosa (según el análisis estadístico de este trabajo), y reglas de clasificación para modelos matemáticos de toma de decisiones. En el control del proceso, las acciones a veces se realizan alternativamente según las condiciones. Esto sigue una estructura de control a menudo denominada "XOR - split" o "elección simple". Las tareas de toma de decisiones en un proceso controlado se asignan de acuerdo con los nudos de toma de decisiones, destacadas en diagramas de proceso. Para tales nudos, las reglas de toma de decisiones se forman utilizando la ontología de apoyo a la toma de decisiones.

La base de conocimientos está estructurada de acuerdo con el conjunto de clases identificadas en base a los resultados del análisis ontológico. Para formular recomendaciones para la toma de decisiones, se propone utilizar el método de razonamiento progresivo (*progressive reasoning*), basado en la asignación de tres niveles de apoyo a la decisión en el proceso de toma de decisiones para elegir la dirección de la formación (Badamshin, 2003). El primer nivel de gestión utiliza las reglas de admisión y los estándares de capacitación existentes (LOMCE), en la base de los cuales se forma una lista de carreras de estudios, luego se tienen en cuenta las preferencias individuales en relación con la lógica de la gestión situacional, y los niveles superiores trabajan con las reglas de gestión estratégica, teniendo en cuenta los resultados de la prueba de Holland contenida en la base de conocimiento, y los datos utilizados en cada nivel siguiente tardan cada vez más en procesarse. El enfoque propuesto difiere en que la jerarquía de la búsqueda de conocimiento se construye no solo según las tareas y los horizontes de planificación, sino también según el grado de abstracción y el grado de confianza en el conocimiento: desde las reglas de gestión estratégica de la elección de un perfil y la dirección de la formación hasta las reglas de gestión táctica de la elección de una especialidad.

El funcionamiento de la base de conocimiento se considera como la interacción de objetos (tareas de gestión táctica y estratégica, y las propias reglas) con los que se asocian los métodos de procesamiento de conocimiento.

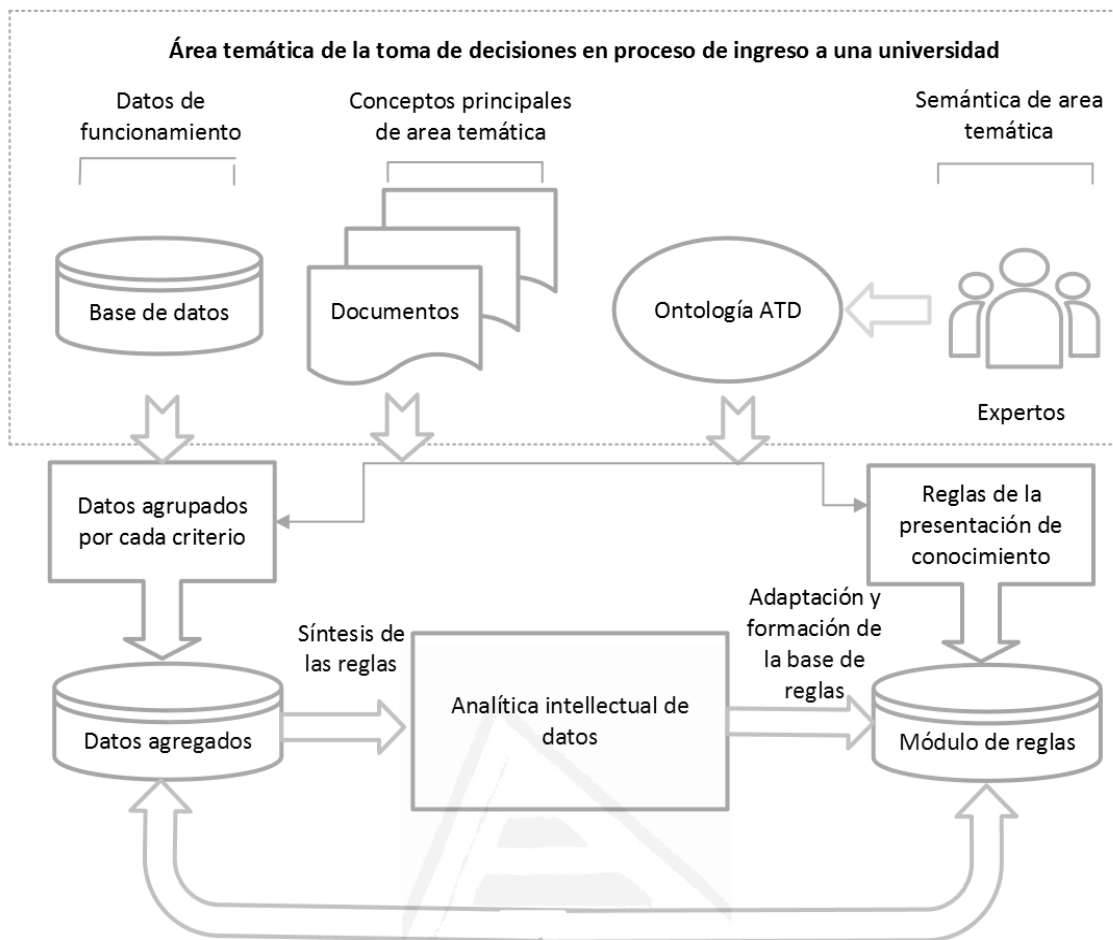


Figura 4.3 - Esquema de interacción de varios componentes de la presentación de conocimiento en SATD

Datos agregados son, por ejemplo, los puntos de corte del año pasado de calificaciones aprobadas para carreras de estudio en la universidad, la lista renovada de todas las carreras de estudios dentro de las ramas de conocimiento etc. En los sistemas complejos, cuyo estado se caracteriza por una gran cantidad de características, se plantea el problema de la pertinencia, la plenitud y la coherencia de la base de conocimientos.

Se propone construir una base de conocimiento jerárquico de tal manera que la clase de reglas pueda ser una clase de nivel superior o una subclase asociada con un objeto separado del área temática. La descomposición de la base de reglas se lleva a cabo de acuerdo con la jerarquía de objetos establecida como resultado del modelado de procesos. Por lo tanto, cada regla incluye un número limitado de variables de entrada. La jerarquía de los objetos de la base de conocimientos se organiza de acuerdo con los metamodelos de representación del conocimientos basados en el principio de herencia, lo que significa construir nuevas clases basadas en las existentes con la capacidad de

agregar o redefinir datos y métodos (por ejemplo, en el proceso de aprendizaje de nuevos conocimientos).

Al diseñar una base de conocimientos, es necesario asegurarse de que sea completa y consistente. La verificación de la base de conocimientos a través del monitoreo sistemático del sistema en el contexto de la implementación le permite detectar y corregir errores relacionados con la incompletitud de la base de conocimientos y deshacerse de reglas conflictivas e inútiles, lo que aumenta la precisión y la velocidad del sistema.

El módulo para tomar decisiones utilizando la base de conocimientos, indicado como *Dec*, es un conjunto de herramientas algorítmicas y de software con las siguientes funciones: encontrar soluciones utilizando reglas (crear árboles de metas, árboles de inferencia, actualizarlas y cambiarlas), iniciar consultas en la base de conocimientos y enviar recomendaciones. El módulo debe proporcionar:

- facilidad de uso de los modelos de base de conocimientos;
- la adecuación de los resultados de búsqueda;
- evaluación de la correspondencia de los resultados de la aplicación de bases de conocimiento a los fines de la búsqueda.

Un módulo que implementa la función de elegir los modelos requeridos para el problema en consideración; designado como $S(M)$, diseñado para seleccionar un modelo matemático del conjunto $M = \{M_1, M_2, \dots, M_n\}$ basado en los resultados de determinar el método de simulación en la ontología, llamando al algoritmo apropiado y resolviendo el problema, teniendo en cuenta unos criterios predeterminados para evaluar las opciones de solución.

La interfaz de usuario debe ser un componente interactivo del sistema y representar software y hardware que proporcionen interacción del usuario con el sistema. El término "interfaz de usuario" cubre todos los aspectos de interacción entre el usuario y el sistema de apoyo a la toma de decisiones (Chernyakhovskaya, 2010).

Por lo tanto, el modelo ontológico le permite a uno presentar una teoría temática del conocimiento en el área temática en consideración, proporcionar una comprensión inequívoca de los conceptos presentados en la ontología por diversas categorías de usuarios que usan el conocimiento presentado, aumentar la integridad y precisión de la recuperación de información, y proporcionar un entorno de información para desarrollar reglas basadas en decisiones reales.

4.4 Metodología de la formación de reglas de toma de decisiones basadas en ontología

Para tener en cuenta los valores específicos de las propiedades de las clases de la ontología de apoyo a la toma de decisiones, se han desarrollado las reglas necesarias para reconocer las clases de situaciones problemáticas y tomar decisiones. Existen muchas reglas de control en situaciones problemáticas que simulan los patrones lógicos identificados. $Rule = \{R_i\}$, donde R_i - i -regla, $i = \overline{1, \dots, I}$.. Reglas $R_i \in Rule$ definido en la siguiente forma: $\langle S, a_1, U_1, \dots, a_n, U_n; P_1, \dots, P_m; b, U_b, S' \rangle$, S' - la situación derivada de la decisión; S - situación inicial; $a_i \in A$ hay requisitos previos para la situación, $n \geq 1$; $U_i \in U$ - las evaluaciones requeridas del grado de confianza en las afirmaciones; s_i - conclusión con evaluación del grado de confianza U_b ; $P_j \in P$ hay predicados $m \geq 1$. Los requisitos previos de la situación de la toma de decisión pueden reflejar eventos que consisten, por ejemplo, en el logro de una señal de una situación problemática X_i restricciones $Constr.(X_i)$ Estimados U_i se determinan de acuerdo con un método dado para evaluar la incertidumbre del conocimiento, basado en la teoría de probabilidad (cálculo de probabilidades posteriores) o en la teoría de conjuntos difusos (cálculo de funciones de membresía).

La regla se activa si se prueban todos los requisitos previos (con cierto grado de confianza) y todos los predicados son verdaderos, es decir, se elige una solución alternativa, contenida en la conclusión de la regla

$$Rule \equiv \langle S, a_1, U_1, \dots, a_n, U_n; P_1, \dots, P_m; b, U_b, S' \rangle \Leftrightarrow \forall (1 \leq i \leq n) \exists \tilde{a}_i [установлены (\tilde{a}, \tilde{U}_i)] \wedge \quad (4.5)$$

$$\tilde{d}_i \in d_i \wedge \tilde{U}_i \in U_i \wedge \forall (1 \leq j \leq m) P_j(\tilde{d}_1, \dots, \tilde{d}_m).$$

Para apoyar la toma de decisiones en situaciones de elección, se utilizan los siguientes tipos de reglas: reglas de control en situaciones problemáticas (reglas para reconocer una situación; reglas para tomar decisiones en una situación compleja; reglas para elegir decisiones de control); reglas para construir una base de conocimiento (reglas para indexar términos; reglas para encontrar ponderaciones de características en locales); reglas para completar solicitudes de usuario a SATD. Por ejemplo, una regla de decisión se ve así:

SI "Situación S_i estimación de incertidumbre US_i ", (4.6)

ENTONCES "Elegir una alternativa Dec_k teniendo en cuenta la preferencia del tomador de decisiones por una estimación igual U_k ".

La regla para reconocer una situación problemática es:

SI "Indicio A_l adquiere el significado X_l ,
factor de confianza U_l ",

Y...

Y "Indicio A_n adquiere el significado X_n ,
factor de confianza U_n ",

ENTONCES "Situación problemática S_i ,
estimación de incertidumbre US_i ".

Las reglas de toma de decisiones al elegir una carrera de estudios universitarias se desarrollan de acuerdo con los resultados de modelado de proceso y análisis ontológico. El lenguaje utilizado para formar las reglas. *Semantic Web Rule Language (SWRL)* (Chernyakhovskaya, 2003). Lenguaje de inteligencia artificial *SWRL* es una extensión del lenguaje *OWL*, y además apoya el desarrollo de reglas de acuerdo con los principios de la lógica descriptiva. Al formar la parte condicional y la conclusión en la regla, se utilizan objetos de ontología. *OWL DL* (*OWL* clases de entidad y sus propiedades, ejemplos de entidades y relaciones entre ellas).

Las reglas resultantes están escritas en el lenguaje de formalización de las reglas ontológicas *SWRL* en forma de cláusulas de Horn.

$$Rule: C_1(?x) \wedge C_2(?y) \wedge P_1(?x, ?y) \wedge C_3(?x, ?z) \rightarrow C_2(?z, ?y) \quad (4.7)$$

Dónde: $(C_1, C_2, C_3) \in C$, C - class, $P_1 \in P$, x, y - instancias o variables, z - variables o valores.

En la tabla 3.1 se muestran ejemplos de reglas desarrolladas en la ontología de apoyo a la toma de decisiones.

Tabla 4.1. Ejemplos de reglas desarrolladas en la ontología de apoyo de decisiones

| Regla No. | Contenido de la regla. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rule-1 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Applicant(?x), ENFERMERÍA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "11.232"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-2 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Applicant(?x), ESTUDIOS_ÁRABES_E_ISLÁMICOS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| ... | |
| Rule-N-1 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), ProfileSocial(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?y, ?w) -> C.C._SOCIALES_Y_JURÍDICAS(?w) |
| Rule-N | ApplicationRule(?a), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceExam(?z) -> hasToPass(?x, ?z) |

En la formulación determinista del problema, la búsqueda de soluciones en el espacio de estado del objeto de control se lleva a cabo de acuerdo con el método de inferencia deductiva de soluciones en un conjunto de reglas y se implementa sobre la base del algoritmo bien conocido *ID3* (*algoritmo de John R. Quinlan*) (Dobrov, 2004).

Las tareas reales contienen condiciones claras y cierta ambigüedad de la meta debido al hecho de que las establece una persona. Tener en cuenta el factor de incertidumbre en la resolución de problemas de muchas maneras cambia los métodos de toma de decisiones: el principio de representar los datos iniciales y los cambios en los parámetros del modelo, los conceptos de resolución de un problema y la optimización de una solución se vuelven ambiguos.

Los sistemas de control inteligente que utilizan lógica difusa se implementan en muchas áreas aplicadas: control de procesos tecnológicos de producción, control de aeronaves, control operativo. En este trabajo, se propone utilizar una lógica difusa en el problema del apoyo a las decisiones al ingresar a la universidad. Para representar el conocimiento sobre el proceso en condiciones de incertidumbre, se utilizan modelos "difusos" y los tipos de semántica correspondientes.

De acuerdo con la jerarquía de objetos establecida como resultado del modelado BPMN, ha desarrollado base de conocimiento jerárquico (Kulikov, 1999) para que una clase de regla pueda ser una clase de nivel superior o una subclase asociada con un objeto de área temática. Una herramienta adecuada para modelar la estructura en consideración es un sistema jerárquico difuso en el que cada regla incluye un número limitado de variables de entrada. Salida del módulo de base de conocimiento l -ro level es la entrada del módulo de base de conocimiento $(l+1)$ nivel.

Por lo tanto, se formulan las reglas de control difuso mediante el método Takagi-Sugeno-Kanga, que representan una implicación difusa de la forma:

$$R^{(1)}: \text{Si un } X_1 \text{ es } A^{P1}_1 \text{ Y } X_2 \text{ es } A^{P2}_2 \text{ Y ... } X_n \text{ es } A^{Pn}_n \quad (4.8)$$

$$\text{ENTONCES } y = y^l = f^{(1)}(x_1, \dots, x_n).$$

...

$$R^{(K)}: \text{Si un } X_1 \text{ es } A^{P1}_1 \text{ Y } X_2 \text{ es } A^{P2}_2 \text{ Y ... } X_n \text{ es } A^{Pn}_n$$

$$\text{ENTONCES } y = y^K = f^{(K)}(x_1, \dots, x_n)$$

aquí $R^{(k)}$ - índice k de la regla A^{Pi}_i es un conjunto difuso de significado lingüístico, identificado a través de funciones de pertenencia a los conjuntos difusos correspondientes para variables $x_i = 1, \dots, n$ donde index Pi indica el número de un subconjunto del conjunto A_i . Variables x_1, x_2, \dots, x_n forman n - dimensión vector de entrada tridimensional $\mu_{A_i}(x_i) \vec{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ características $x_i \in X$ situación problemática del proceso de control dinámico, y $y = y^k$ es una señal de salida.

Cada implicación $A \rightarrow B$ se puede asignar un solo valor a la función de membresía $\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$. Valor de la función de membresía $\mu_{A_i}(x_i)$, relacionado con el nivel de implicación (el nivel de activación de la regla), se interpreta utilizando coeficientes de confianza expresados por variables lingüísticas, que se interpretan durante el funcionamiento del motor de inferencia.

En el proceso real del diseño de SATD, hay casos en que el conocimiento obtenido de los expertos no puede formalizarse claramente, pero debe tenerse en cuenta. Para ciertos casos, hemos propuesto un algoritmo para generar un árbol de decisión con conocimiento difuso. El algoritmo propuesto se complementa con la condición para resolver situaciones de conflicto utilizando la variable lingüística "factor de confianza". Las variables cuyos valores son términos (palabras, frases, oraciones) expresadas en lenguaje natural se denominan variables lingüísticas (Badamshin et al, 2003).

Se invita al evaluador a evaluar qué tan seguro está en la decisión recibida, anotando "factores de confianza". Porque es inconveniente para una persona pensar en términos de probabilidad, los factores de confianza son variables lingüísticas {"no estoy seguro", "no muy seguro", "casi seguro", "seguro", "por supuesto"} (Startseva, 1997). Factor de confianza experto en la toma de decisiones D_i basado en el conjunto de condiciones propuesto ($A_1 \dots A_m$), proponemos identificarlo como un coeficiente de confianza US. La correspondencia de los coeficientes de confianza con los factores de confianza se da en la tabla. 4.2.

Tabla 4.2 Correspondencia de los coeficientes de confianza con los factores de confianza.

| Factor de confianza | Coficiente de confianza US |
|---------------------|----------------------------|
| "no estoy seguro" | 0.2 |
| "No muy seguro" | 0,4 |
| "Casi seguro" | 0.6 |
| "Seguro" | 0.8 |
| "Por supuesto" | 1 |

$$US = P / n \quad (4.9)$$

donde P es el número ordinal de la variable lingüística en la tabla, n es el número de elementos en el conjunto de variables lingüísticas.

Por lo tanto, el desarrollo de la estructura de la base de conocimiento SATD para la elección de la mejor solución está determinada por el desarrollo de la base de reglas basadas en el modelo de inferencia de representación del conocimiento (Startseva, 1997).

Entonces, además de asignar valores difusos a variables específicas, que se presentan en las reglas, como: "Bajo", "medio", "alto", autor se propuso un algoritmo para generar un árbol de decisión, que indica el grado de confianza del experto en el funcionamiento de la propia regla.

Para implementar la inferencia basada en reglas difusas, existen productos de software separados y módulos de productos de software conocidos, como MATLAB, centrados en el modelado matemático. Sin embargo, el autor recomienda la formación

de reglas difusas utilizando la ontología desarrollada y el lenguaje SWRL e interpretar las respuestas del experto de acuerdo con las fórmulas de interpretación propuestas por el autor.

Conclusiones del Capítulo 4

1. Se desarrolla la estructura del sistema de apoyo a la toma de decisiones basada en ontología. Se presenta la estructura. Una base de conocimiento ontológico del SATD, desarrollada sobre la base de modelos de procesos de toma de decisiones al ingresar a una universidad.

2. Los componentes de la representación del conocimiento en el SATD y la interacción de estos componentes. Se ha desarrollado una metodología para construir el SATD al ingresar a la universidad.

3. Se ha desarrollado una metodología para la formación de reglas de decisión basadas en la ontología. Se muestra que la integración del factor de confianza en el modelo de representación del conocimiento aumenta la precisión de la información presentada.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

CAPÍTULO 5. FORMACIÓN DE REGLAS DE TOMA DE DECISIONES PARA EL INGRESO A UNA UNIVERSIDAD

5.1 Determinación de los criterios más significativos para elegir una rama de conocimientos

El sistema de apoyo a la toma de decisión desarrollado debe proporcionar apoyo informativo al solicitante al elegir una rama de conocimiento (y la carrera universitaria); tener en cuenta las capacidades individuales de los estudiantes, mostrar las formas de desarrollar las cualidades personales de una persona sobre la base de las competencias identificadas.

El sistema asume el uso de reglas de producto para seleccionar la rama de conocimiento en cada caso específico. El autor propone desarrollar reglas de inferencia basadas en las habilidades individuales de cada persona, que se determinan mediante pruebas usando el método de Holland, aceptado en muchos países. En este caso, el sistema ofrecerá soluciones, considerando la capacidad (competencia) como una característica integradora de la capacidad del sujeto para llevar a cabo actividades en un campo de actividad particular, como la capacidad de los individuos para hacer una contribución significativa al desarrollo de la sociedad (Petrovsky, 2009; Gvozdev, 2014).

Este trabajo considera un ejemplo de evaluación de la toma de decisiones sobre la elección de una dirección de estudio (especialidad) en la Universidad de Alicante (España), teniendo en cuenta los resultados de un análisis estadístico de los datos de los estudiantes de primer año en la carrera elegida. Para evaluar opciones alternativas basadas en el conocimiento experto y los resultados del análisis estadístico de los resultados del aprendizaje para 11923 personas, se formaron criterios (tabla 5.1).

Junto con los criterios ya aceptados para evaluar el conocimiento del solicitante: punto de corte de aprobación, la edad del solicitante y el campo de estudios en bachillerato, sobre la base de las decisiones que se toman ahora sobre la elección de la carrera de estudios en la universidad, el autor propone tener en cuenta los resultados de la prueba según el método de Holland (Holland, 1970) (como se hace en los EEUU , Canadá y otros países), la elección del solicitante de la carrera de estudios

universitarios, así como información sobre sus habilidades y competencias (Danilova et al, 2019).

Tabla 5.1. Criterios para elegir una dirección de estudio en la universidad

| Designación de criterio | Descripción del criterio |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MajorUni | Carrera universitaria |
| MajorHS | Campo de estudios en bachillerato |
| CutOffMark | Punto de corte para la admisión a un título universitario |
| EntranceMark | Evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad (indicador sintético general) |
| EntranceExam | Examen de selectividad |
| StudyField | Rama de conocimiento de estudios en la universidad (un conjunto de carreras "relacionadas") |
| FCPerspectiva | Perspectivas para el desarrollo de la carrera de acuerdo con el pronóstico general del desarrollo del mercado laboral. |
| HollandTestProfile | Perfil de Holand (obtenido al cuestionar la predisposición a la rama de estudios / carrera / profesión) |

Para evaluar alternativas, se utilizan métodos bien conocidos de obtención y procesamiento de evaluaciones de expertos, como el método de clasificación, el método de evaluación directa (punto), el método de comparación, así como métodos para tomar decisiones multicriterio, por ejemplo, el método de análisis de jerarquía de T. Saaty.

Los resultados del cálculo de la importancia de los criterios se obtuvieron sobre la base del método de T. Saaty (Saaty, 1993), métodos de análisis de datos estadísticos y evaluaciones directas de expertos por especialistas de la comisión de ingreso, quienes calculan el punto de corte en aprobación al ingreso.

Los resultados de una comparación por pares de los criterios para elegir una carrera de estudios en la universidad, realizada de acuerdo con el método de análisis de jerarquías por T. Saaty, se presentan en la tabla 5.2. La relación entre los criterios se tiene en cuenta al construir una jerarquía de criterios utilizando comparaciones por pares para identificar la importancia de los criterios. La comparación se realizó en una escala de 9 puntos, donde el valor 1 corresponde a la igual importancia de los objetos de comparación, el valor 9 simboliza la superioridad excepcional de un objeto de comparación sobre otro en relación con el objetivo establecido. La matriz resultante es diagonal e inversamente simétrica (ver tabla 5.2). Los expertos fueron representantes de la comisión de ingreso de la Universidad Técnica de Aviación Estatal de Ufa y docentes de la Universidad de Alicante, que tienen muchos años de experiencia en la realización de una campaña de admisión y actividades educativas.

Tabla 5.2. Resultados de la comparación por pares de criterios para elegir una carrera universitaria

| CRITERIOS | MajorUni | MajorHS | CutOffMark | Entrance Mark | EntranceExam | StudyField | FCPerspective | HollandTestProfile |
|--------------------|----------|---------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------------|
| MajorUni | 1 | 1/5 | 1/7 | 1/7 | 1 | 1/5 | 1 | 1/9 |
| MajorHS | 5 | 1 | 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | 1/5 |
| CutOffMark | 7 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | 9 | 1 |
| EntranceMark | 7 | 1/5 | 1 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1/5 |
| EntranceExam | 1 | 1/7 | 1/7 | 1/5 | 1 | 3 | 3 | 1/5 |
| StudyField | 5 | 1/7 | 1/7 | 1/7 | 1/3 | 1 | 1 | 1/9 |
| FCPerspective | 1 | 1/9 | 1/9 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1 | 1/9 |
| HollandTestProfile | 9 | 5 | 1 | 5 | 5 | 9 | 9 | 1 |

El vector de valores de criterios se calcula mediante la fórmula (5.1):

$$y_i = \sqrt[N]{\prod_{j=1}^N a_{ij}}, \quad (5.1)$$

donde $a_{ij} = b$, $a_{ji} = 1 / b$ - resultados de la comparación por pares de criterios;

b - importancia, cuyo valor se selecciona en el rango de 1 a 9 de acuerdo con la opinión del experto;

N - es la dimensión de la matriz;

y_i , donde $i = 1, \dots, N$ es el vector de valor propio de criterio.

A continuación, este vector está normalizado (5.2):

$$y_{in} = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^N y_i}, \quad (5.2)$$

donde y_{in} - coeficiente de significación normalizado, que muestra la contribución de cada criterio al logro del objetivo.

La lista clasificada de los criterios de selección obtenidos como resultado del cálculo se presenta en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Criterios de clasificación de resultados

| Criterio | Valor de criterio |
|--------------------|-------------------|
| HollandTestProfile | 0.330 |
| CutOffMark | 0.216 |
| MajorHS | 0,207 |
| EntranceMark | 0,121 |
| EntranceExam | 0,043 |
| StudyField | 0,031 |
| FCPerspective | 0,026 |
| MajorUni | 0,025 |

Por lo tanto, las pruebas correctas y la determinación de la predisposición del solicitante a actividades profesionales específicas son las que más se valoran al elegir una carrera de estudios en la universidad. Al ingresar valores específicos para cada criterio, el solicitante recibe el valor EntrancePossibility (Posibilidad de acceso a la

universidad) y el valor SuccessPossibility (Posibilidad de superar el primer curso de estudios) en la carrera de estudios elegida (Startseva, E. et al. 2019).

Sobre la base de una evaluación ponderada de los criterios, se construye una jerarquía de criterios, que forma la base de la ontología de la toma de decisiones al elegir una carrera universitaria.

5.2 Desarrollo de una ontología para la toma de decisiones sobre la elección de rama de conocimiento y carrera de estudios universitarios

La metodología para desarrollar una ontología es específica para cada tarea. Sin embargo, hay etapas básicas que son estándar para el desarrollo de cualquier ontología (Chernyakhovskaya, 2018).

La Fase I incluye el desarrollo de un marco conceptual para la ontología e identificación preliminar de conceptos, taxonomía, relaciones, funciones y axiomas. El trabajo en esta etapa se lleva a cabo utilizando documentos normativos, regulatorios y organizativos, incluso diccionarios y estándares profesionales que regulan los procesos y las relaciones entre los sujetos en el área temática seleccionada.

La fase II implica formalizar el conocimiento y estructurar conceptualmente las instancias de clase. El trabajo de la etapa II se divide en las siguientes subetapas:

- formalización del lenguaje ontológico:

a) representación de objetos en forma de clases y atributos;

b) presentación de propiedades y relaciones;

- implementación de software de la interfaz de usuario para acceder a la ontología.

La fase III implica el desarrollo de un modelo de ontología lógica para validar la adecuación e integridad del conocimiento representado que proporciona información sobre clases, propiedades e instancias. Los hechos describen información sobre una instancia particular en la forma de las clases a las que pertenece, propiedades de instancia y valores de propiedad. Los axiomas asocian los identificadores de clases y propiedades con una especificación parcial o completa de sus características, proporcionan información sobre clases y propiedades, sobre la base de la cual es posible determinar la consistencia, para realizar inferencias sobre la ontología.

Existen herramientas especiales para la creación y mantenimiento de ontologías: editores ontológicos y lenguajes de desarrollo ontológico. Para desarrollar una ontología

de apoyo a la toma de decisión, utilizamos el editor de ontología Protégé desarrollado en la Universidad de Medicina de Stanford (Doc. oficial Protégé, 2018). Protégé es una herramienta integral para el desarrollo de ontología por parte de expertos en el área temática, así como para el desarrollo de sistemas basados en los conocimientos. El editor contiene una interfaz gráfica de usuario que presenta tablas de clases de entidad, ejemplos, propiedades, formularios y solicitudes para proporcionar la presentación y edición de los elementos indicados y su interacción.

En este trabajo, se ha desarrollado una ontología diseñada para la eficiencia del apoyo a la toma de decisiones. La ontología se basa en los resultados del análisis estadístico de datos retrospectivos, el conocimiento de expertos en la materia y psicólogos, así como el conocimiento básico de la naturaleza humana y sus competencias.

Con la ayuda de una ontología que tenga en cuenta las habilidades individuales de cada persona, que se determinan mediante pruebas, es posible con cierto grado de confianza determinar la posibilidad (o probabilidad) de acceso a la universidad y, lo que es más importante, la probabilidad de superar un estudio con éxito y obtener la carrera a la que el solicitante tiene la máxima predisposición. El sistema de apoyo a la toma de decisión permite abstraerse de las tendencias de moda, opiniones de familiares y amigos y centrarse en las cualidades personales del solicitante, manteniendo su confianza en sí mismo.

En el marco de este trabajo, se ha desarrollado una ontología de apoyo a la toma de decisiones que se basa en un principio jerárquico, donde los criterios más importantes son los que se seleccionaron utilizando el método de análisis jerárquico. Los resultados del cálculo por este método mostraron que los siguientes criterios son los más significativos en su orden: HollandTestProfile, MajorHS, MajorUni, CutOffMark, EntranceMark, EntranceExam, FCPerspective, StudyField.

La jerarquía de las clases de ontología se construye de acuerdo con la estructura desarrollada con el principio modular y presentada en el tercer capítulo (ver Fig. 3.7). La jerarquía de clases tiene una estructura arbórea. Su fragmento se muestra en la Figura 5.1

Figura 5.1 Fragmento de la jerarquía de clases de la ontología ATD de la elección de una carrera universitaria

Como muestra la Figura 5.1, las subclases de clase MajorUni son 5 clases, que se destacan como diferentes ramas de conocimiento que están representadas en la pagina web de la Universidad de Alicante. Son las cinco clases siguientes: Artes y Humanidades, Ciencias Sociales y Jurídicas, Ciencias, Ciencias de la Salud e Ingeniería y Arquitectura.

Las propiedades funcionales de los enlaces en la red semántica se representan en la ontología usando las propiedades del objeto para crear una relación entre clases. Por ejemplo, para Applicant y Possibility, se crea la relación HasSuccessPossibilities (ver Figura 5.2) Las propiedades del objeto son relaciones entre dos individuos.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

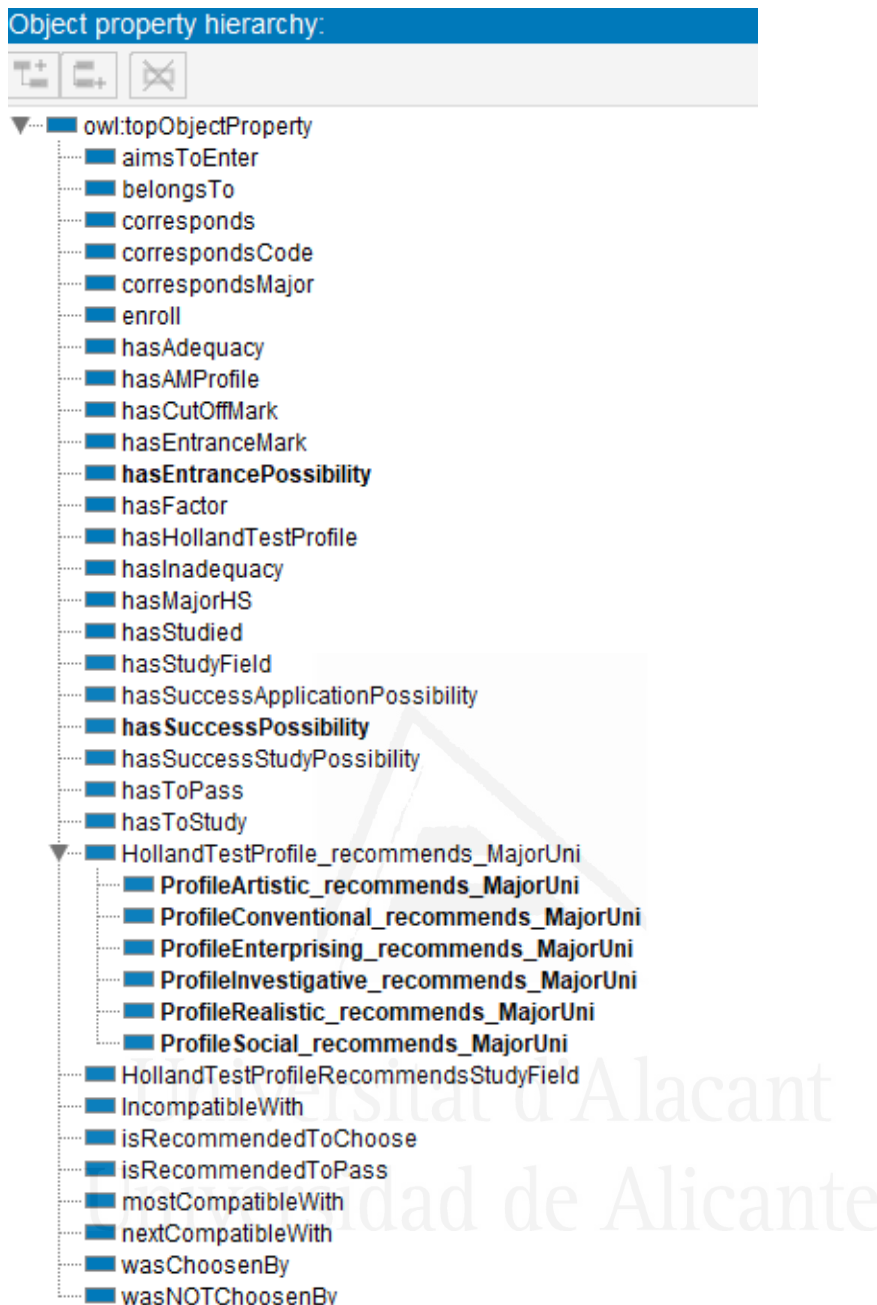


Figura 5.2 Jerarquía Propiedades del objeto

La visualización de la ontología creada es posible. La Figura 5.3 muestra la visualización de la ontología creada como un fragmento de la estructura de la red semántica. Trabajando con expertos en el campo de la educación, se determinó la relación entre las ramas de conocimiento enumeradas y los 6 perfiles principales identificados según la metodología de Holland y descritos en el Capítulo 1. Estos son los siguientes perfiles, que están representados por subclases como: Investigador, Artístico, Emprendedor, Convencional, Social, Realista. Las relaciones entre estos objetos son más evidentes en Ontograf (Figura 5.3).

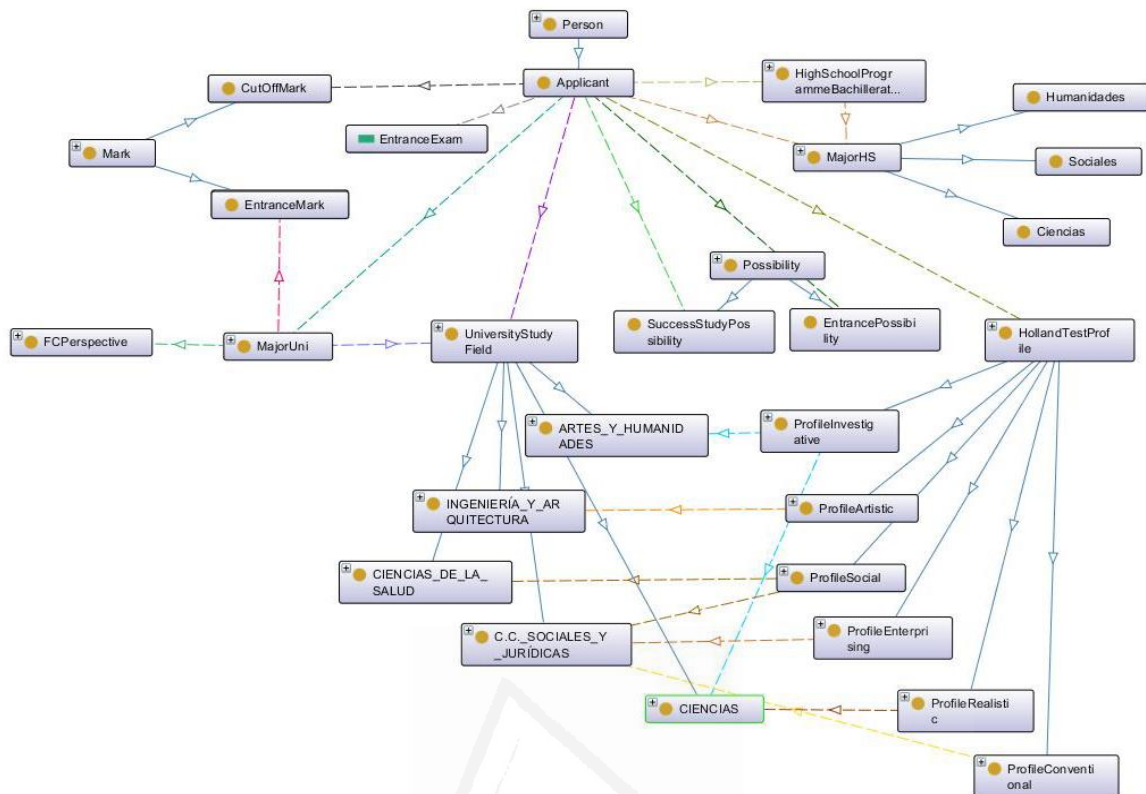


Figura 5.3 Ontograp de un fragmento de la ontología de ATD para el ingreso a la universidad.

La integridad de la ontología se verifica utilizando el mecanismo de inferencia lógica previamente instalado en el Protégé, Hermit (Sistemas Bolotova, 2012) . El mecanismo de inferencia lógica puede verificar la clasificación implementada en la jerarquía de clases generada. Se infiere una jerarquía que el mecanismo de inferencia lógica genera automáticamente. La jerarquía calculada está libre de inconsistencias y ahora se puede usar para implementar consultas (solicitudes) y crear reglas.

Una de las posibles áreas de aplicación de la ontología desarrollada es la búsqueda de información utilizando los siguientes tipos de consultas (solicitudes):

- 1) la implementación de solicitudes de recuperación de información en el lenguaje OWL basado en el modelo lógico de la ontología (DL Query);
- 2) implementación de consultas en el lenguaje de consultas SPARQL.

En versiones recientes de Protégé, es posible crear consultas de acuerdo con la lógica descriptiva en el lenguaje OWL. En el entorno Protégé, también es posible implementar consultas para encontrar información y verificar la ontología desarrollada utilizando el modo DL Query. Las consultas se ejecutan en el lenguaje OWL; para definir las, debe tener una comprensión general de la estructura ontológica. Sobre todo,

las consultas ayudan a evaluar la corrección de la estructura de la ontología construida, comparar sus conclusiones con los datos iniciales y también pueden usarse para obtener conocimiento sobre el área temática cuando se trabaja con la ontología. La solicitud para una consulta se puede realizar de acuerdo con cualquiera de las propiedades de la clase, disponible en la ontología, a la que se asigna esta propiedad (Rango de propiedades de datos).

Para implementar una solicitud, es necesario activar uno de los mecanismos de inferencia lógica establecidos en la ontología y ejecutar la consulta usando el modo DL Query. La Figura 5.4 muestra un ejemplo de una respuesta a la consulta “¿Qué carrera universitaria es adecuada para el usuario (Applicant) con el perfil- Profile Realistic y EntranceMark 6.2? ". Respuesta del sistema: Gastronomía y Artes Culinarias.

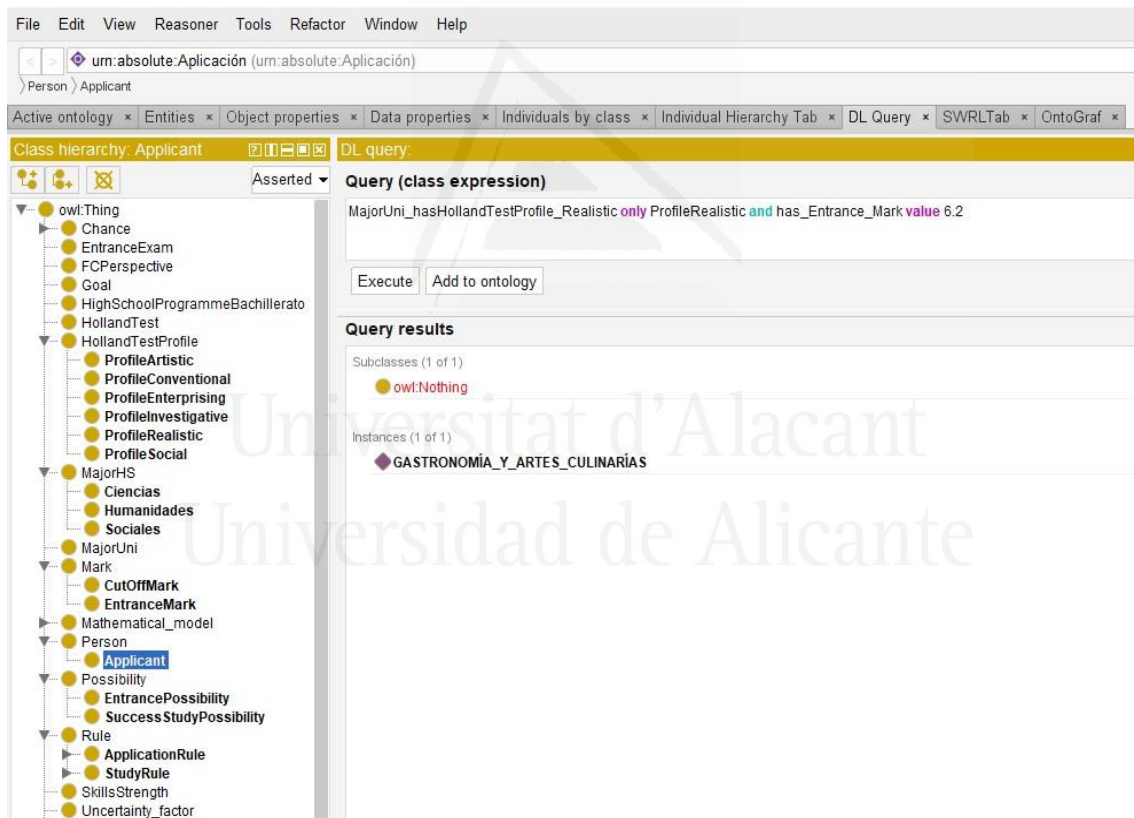


Figura 5.4 Solicitud a la ontología de apoyo a la toma de decisiones en modo DL Query

Los resultados del test de Holland de 50 estudiantes de primer año de TADE nos permitieron determinar sus perfiles según el método de Holland (figuras 1.2, 1.3). Se obtuvieron los valores de los perfiles de los encuestados, distribuidos de la siguiente manera: El 24% de los estudiantes tienen un perfil realista, el 22% un perfil

convencional, el 20% un perfil de investigador, el 16% un perfil de emprendedor, el 14% un perfil social y el 4% un perfil artístico. Considerando que la especialidad TADE pertenece al campo de las Ciencias Sociales y Jurídicas y comparando estos datos con los perfiles de Holland, obtenemos que la máxima satisfacción de la elección de esta especialidad tendrá sólo el 52% de los estudiantes cuyos perfiles Convencional, Emprendedor, Social corresponden a la especialidad elegida. Esta cifra corresponde a la estadística media de graduación exitosa en el tiempo en España.

Como experimento, para analizar la validez del enfoque propuesto, introducimos en la ontología los datos de 50 estudiantes de primer año de la carrera TADE. Estos datos se introducen en la ontología como instancias de la clase Applicant. Una instancia de una clase es un precedente que pertenece a una clase. Como ejemplo, creamos 50 instancias de la clase "Applicant" como "Applicant 1", "Applicant 2" ... "Applicant 50" y las completamos con datos de estudiantes reales que pasaron la prueba del método de Holland y eligieron la carrera TADE que pertenece de la rama de estudios Ciencias Sociales y Jurídicas. Mediante el modo del Query DL a la ontología desarrollada, es posible seleccionar grupos de estudiantes con los mismos valores de los perfiles de Holland y las correspondientes ramas de conocimiento recomendadas.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

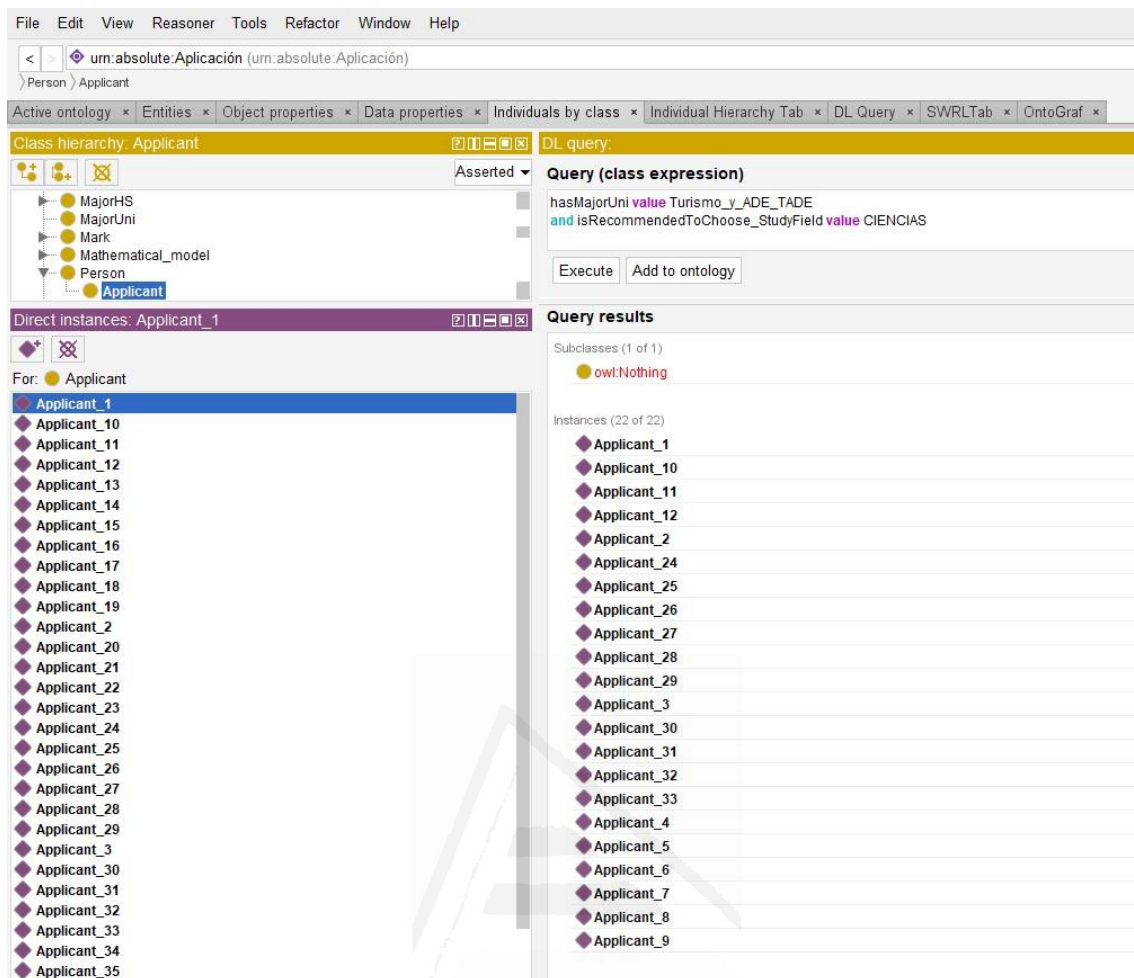


Figura 5.5 Respuesta a solicitud a la ontología ATD para buscar unos usuarios específicos.

En la Figura 5.5 la respuesta a la solicitud a la ontología “¿Qué usuarios (Applicants) de la carrera TADE se recomienda la rama Ciencias? “. El experimento se confirmó por el hecho de que 26 estudiantes de los 50 encuestados fueron confirmados con el curso de estudio seleccionado y se propuso a 24 estudiantes que eligieran otra rama de estudios de acuerdo con el perfil. Esta cifra corresponde a la estadística media de la finalización satisfactoria de los estudios a tiempo.

5.3 Creación de normas para tomar una decisión sobre la elección de la rama de conocimiento y carrera de estudios en la Universidad de Alicante.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores para elegir una especialidad, los resultados de las pruebas para evaluar las carreras, teniendo en cuenta las preferencias personales, las habilidades de cada estudiante y los resultados de sus pruebas escolares

y profesionales (Badashmin, 2003), fue posible construir reglas para tomar decisiones sobre la elección de una carrera de estudios para la admisión a la Universidad de Alicante. Estas reglas de decisión se crean en el lenguaje SWRL basado en la ontología del área temática (Jarrantino, 2007). Fragmento de las reglas para tomar decisiones sobre la elección de una carrera en entorno Protégé se muestra en la figura 5.6.

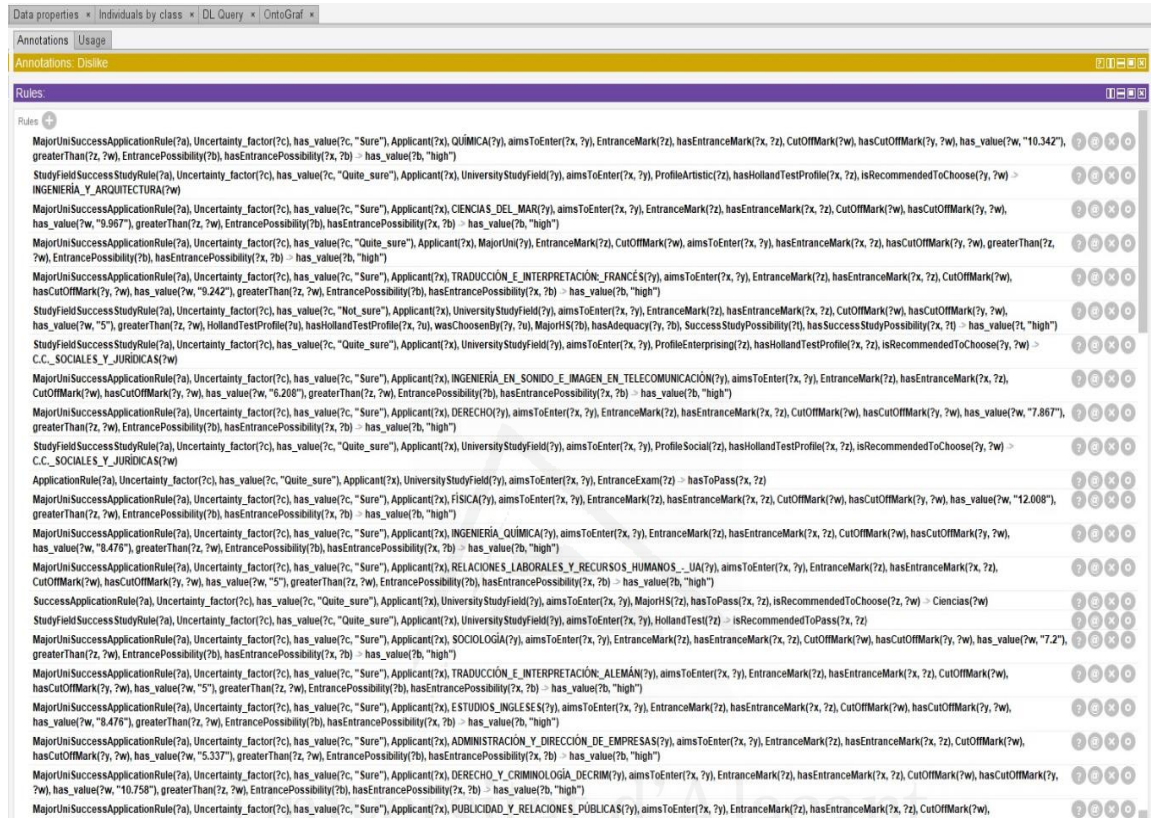


Figura 5.6. Fragmento de la base de reglas ATD para la admisión a una universidad

Este trabajo propone un conjunto exhaustivo de reglas de apoyo a la decisión para la admisión en la Universidad de Alicante, que incluye información sobre las 49 carreras de Grado que son relevantes para 2020 (tabla 5.4).

Tabla 5.4. Reglas de decisión de admisión en la Universidad de Alicante, teniendo en cuenta el nivel de certeza del experto.

| Regla N° | Contenido de la regla |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rule-1 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), QUÍMICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "10.342"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-2 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), ProfileArtistic(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?y, ?w) -> INGENIERÍA_Y_ARQUITECTURA(?w) |
| Rule-3 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), CIENCIAS_DEL_MAR(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.967"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-4 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), MajorUni(?y), EntranceMark(?z), CutOffMark(?w), aimsToEnter(?x, ?y), hasEntranceMark(?x, ?z), hasCutOffMark(?y, ?w), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-5 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Not_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), HollandTestProfile(?u), hasHollandTestProfile(?x, ?u), wasChosenBy(?y, ?u), MajorHS(?b), hasAdequacy(?y, ?b), SuccessStudyPossibility(?t), hasSuccessStudyPossibility(?x, ?t) -> has_value(?t, "high") |
| Rule-6 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), TRADUCCIÓN_E_INTERPRETACIÓN:_FRANCÉS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.242"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-7 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), ProfileEnterprising(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?y, ?w) -> C.C._SOCIALES_Y_JURÍDICAS(?w) |
| Rule-8 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_EN_SONIDO_E_IMAGEN_EN_TELECOMUNICACIÓN(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "6.208"), |

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-9 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), DERECHO(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "7.867"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-10 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), ProfileSocial(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?y, ?w) -> C.C._SOCIALES_Y_JURÍDICAS(?w) |
| Rule-11 | ApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceExam(?z) -> hasToPass(?x, ?z) |
| Rule-12 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_QUÍMICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "8.476"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-13 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), FÍSICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "12.008"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-14 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), RELACIONES_LABORALES_Y_RECURSOS_HUMANOS_-_UA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-15 | SuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), MajorHS(?z), hasToPass(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?z, ?w) -> Ciencias(?w) |
| Rule-16 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), SOCIOLOGÍA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "7.2"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |

| | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rule-17 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), HollandTest(?z) -> isRecommendedToPass(?x, ?z) |
| Rule-18 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), TRADUCCIÓN_E_INTERPRETACIÓN:_ALEMÁN(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-19 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ESTUDIOS_INGLESES(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "8.476"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-20 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ADMINISTRACIÓN_Y_DIRECCIÓN_DE_EMPRESAS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5.337"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-21 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), DERECHO_Y_CRIMINOLOGÍA_DECRIM(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "10.758"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-22 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), PUBLICIDAD_Y_RELACIONES_PÚBLICAS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "8.012"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-23 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), RELACIONES_INTERNACIONALES(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "10.692"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-24 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), RELACIONES_INTERNACIONALES(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "10.692"), greaterThan(?z, ?w), |

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-25 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_INFORMÁTICA_Y_ADE_I2ADE(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.544"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-26 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), ProfileRealistic(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?y, ?w) -> CIENCIAS(?w) |
| Rule-27 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ECONOMÍA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.034"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-28 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Almost_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), HollandTestProfile(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), wasChosenBy(?y, ?z), MajorHS(?b), hasAdequacy(?y, ?b), SuccessStudyPossibility(?w), hasSuccessStudyPossibility(?x, ?w) -> has_value(?w, "high") |
| Rule-29 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), HISTORIA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "6.256"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-30 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), MATEMÁTICAS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "11.807"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-31 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Almost_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), HollandTestProfile(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), wasChosenBy(?y, ?z), MajorHS(?b), hasInadequacy(?y, ?b), SuccessStudyPossibility(?w), hasSuccessStudyPossibility(?x, ?w) -> has_value(?w, "average") |
| Rule-32 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_BIOMÉDICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "11.312"), |

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-33 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), ProfileConventional(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?y, ?w) -> C.C._SOCIALES_Y_JURÍDICAS(?w) |
| Rule-34 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), TURISMO(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-35 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Almost_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), HollandTestProfile(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), wasNOTChosenBy(?y, ?z), MajorHS(?b), hasInadequacy(?y, ?b), SuccessStudyPossibility(?w), hasSuccessStudyPossibility(?x, ?w) -> has_value(?w, "low") |
| Rule-36 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), BIOLOGÍA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.894"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-37 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), ProfileInvestigative(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?y, ?w) -> ARTES_Y_HUMANIDADES(?w) |
| Rule-38 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), GASTRONOMÍA_Y_ARTES_CULINARIAS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "6.2"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-39 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_CIVIL(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-40 | ApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), HighSchoolProgrammeBachillerato(?z) -> hasToStudy(?x, ?z) |

| | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rule-41 | SuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), MajorUni(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceExam(?z), hasToPass(?x, ?z) -> hasAdequacy(?z, ?y) |
| Rule-42 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), GESTIÓN_Y_ADMINISTRACIÓN_PÚBLICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-43 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_ROBÓTICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "11.111"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-44 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), MAESTRO_EN_EDUCACIÓN_PRIMARIA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "8.148"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-45 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), TURISMO_Y_ADE_TADE(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "7.438"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-46 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ESTUDIOS_ÁRABES_E_ISLÁMICOS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-47 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_MULTIMEDIA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "8.082"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-48 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Almost_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), HollandTestProfile(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), wasNOTChosenBy(?y, ?z), MajorHS(?b), hasAdequacy(?y, ?b), SuccessStudyPossibility(?w), hasSuccessStudyPossibility(?x, ?w) -> has_value(?w, "low") |

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rule-49 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), HollandTestProfile(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?x, ?y) -> equal(?y, ?z) |
| Rule-50 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), CIENCIAS_DE_LA_ACTIVIDAD_FÍSICA_Y_DEL_DEPORTE(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.954"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-51 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), HUMANIDADES(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-52 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), FUNDAMENTOS_DE_LA_ARQUITECTURA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "6.128"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-53 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), NUTRICIÓN_HUMANA_Y_DIETÉTICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.461"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-54 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ESTUDIOS_FRANCESES(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-55 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), TRADUCCIÓN_E_INTERPRETACIÓN:_INGLÉS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "11.792"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-56 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), DERECHO_Y_ADE_DADE(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "10.384"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |

| | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-57 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), MajorUni(?y), EntranceMark(?z), CutOffMark(?w), aimsToEnter(?x, ?y), hasEntranceMark(?x, ?z), hasCutOffMark(?y, ?w), equal(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "average") |
| Rule-58 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ENFERMERÍA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "11.232"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-59 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ÓPTICA_Y_OPTOMETRÍA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "8.224"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-60 | MajorUniSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Not_quite_sure"), Applicant(?x), MajorUni(?y), aimsToEnter(?x, ?y), FCPerspective(?z), hasPerspective(?y, ?z), has_value(?z, "high"), Employment(?b), hasChance(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-61 | SuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Almost_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), Ciencias(?z), hasMajorHS(?x, ?z), SuccessStudyPossibility(?w), hasSuccessStudyPossibility(?x, ?y) -> has_value(?w, "higher") |
| Rule-62 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), MARKETING(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.606"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-63 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), MAESTRO_EN_EDUCACIÓN_INFANTIL(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "7.724"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-64 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_INFORMÁTICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "7.916"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, |

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | "high") |
| Rule-65 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), INGENIERÍA_INFORMÁTICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "7.916"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-66 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), TRABAJO_SOCIAL(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "7.526"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-67 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), GEOGRAFÍA_Y_ORDENACIÓN_DEL_TERRITORIO(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-68 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ESPAÑOL:_LENGUA_Y_LITERATURAS(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "7.632"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-69 | StudyFieldSuccessStudyRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Quite_sure"), Applicant(?x), UniversityStudyField(?y), aimsToEnter(?x, ?y), ProfileSocial(?z), hasHollandTestProfile(?x, ?z), isRecommendedToChoose(?y, ?w) -> CIENCIAS_DE_LA_SALUD(?w) |
| Rule-70 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), ARQUITECTURA_TÉCNICA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "5.144"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |
| Rule-71 | MajorUniSuccessApplicationRule(?a), Uncertainty_factor(?c), has_value(?c, "Sure"), Applicant(?x), CRIMINOLOGÍA(?y), aimsToEnter(?x, ?y), EntranceMark(?z), hasEntranceMark(?x, ?z), CutOffMark(?w), hasCutOffMark(?y, ?w), has_value(?w, "9.08"), greaterThan(?z, ?w), EntrancePossibility(?b), hasEntrancePossibility(?x, ?b) -> has_value(?b, "high") |

En el curso del trabajo del sistema ATD, estas reglas pueden modificarse debido a los cambios actuales, por ejemplo, la lista de carreras y las reglas de admisión. El ingeniero de conocimiento debe supervisar el mantenimiento de la base de conocimientos.

Al fijar los resultados del trabajo de estas reglas y hacer un seguimiento de las principales tendencias en el desarrollo económico y social de la sociedad, es posible ajustar este sistema de apoyo a la toma de decisiones en las realidades modernas mediante la adición de nuevas reglas.

Conclusiones del Capítulo 5

- 1) Se han detectado los criterios más importantes, el efecto de los cuales se correlaciona directamente con los resultados al final del primer curso de la carrera.
- 2) Se han identificado los factores específicos con el método de análisis jerárquico que afecta al rendimiento de los estudiantes en la universidad y recomiendan algunas normas que requieren orientador en la toma de decisiones a los estudiantes que van a ingresar en la universidad.
- 3) Se han identificado en ontología las interrelaciones entre los indicadores clave.
- 4) Se han elaborado las reglas de elección de la línea universitaria.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

6.1 Discusión

El autor muestra en su trabajo que los métodos que se utilizan para la toma de decisiones en los sistemas técnicos, en la gestión estratégica de objetos dinámicos difíciles pueden aplicarse incluso para la toma de decisiones en la elección de una carrera universitaria en el momento del ingreso a la universidad.

El objetivo de esta Tesis es determinar los factores significativos con método de análisis jerárquico el efecto de los cuales se correlaciona directamente con los resultados de elección de la carrera universitaria y, además, afectan al rendimiento de los estudiantes.

Los resultados muestran que el conjunto de normas representados en el trabajo elaborado para la admisión en la universidad puede servir al usuario como ayuda de un experto y proporcionar al solicitante información completa sobre las normas de admisión en una institución de enseñanza superior, el valor de la puntuación de aprobación para cada carrera universitaria, así como para evaluar las posibilidades personales de cada solicitante de aprobar la formación en la elegida carrera de estudios universitarios. Estas marcas se presentan al usuario con el uso de variables lingüísticas, lo que permite llevar las recomendaciones dadas por el sistema de apoyo en la toma de decisiones (SATD) al entorno de la comunicación natural-lingüística.

Se propone construir el SATD sobre una base de conocimiento modular. En este caso, los módulos que definen las directrices de capacitación se forman conjuntamente con los expertos y se fundan en el método de Holland. Permitirá al usuario, en primer lugar, definir una modalidad académica elegida en la escuela secundaria y sólo después ser definido con una carrera universitaria, dentro de la rama de conocimiento establecida.

El autor propone el desarrollo de un chat-bot, que hará preguntas al usuario de acuerdo con el esquema jerárquico, las primeras preguntas para entrar en el cluster - la rama de conocimiento y ya dentro de este cluster preguntas para determinar la carrera universitaria específica, dependiendo de los resultados.

Se han establecido y alcanzado cinco objetivos principales:

Objetivo 1: Se ha desarrollado BPMN-modelo del proceso a la toma de decisiones para elegir la mejor carrera universitaria

Objetivo 2: Se han identificado los factores significativos con método de análisis jerárquico, el efecto de los cuales se correlaciona directamente con los resultados de elección de la carrera universitaria y, además, afectan al rendimiento de los estudiantes.

Objetivo 3: Se ha desarrollado la ontología con las interrelaciones entre los factores clave.

Objetivo 4: Se ha formado del principio modular un base de conocimiento. Se han elaborado satisfactoriamente las reglas de entrada a la universidad, las reglas de elección de la rama de los estudios universitarios, y las reglas para mejorar el rendimiento académico con la finalización satisfactoria de los estudios universitarios.

Objetivo 5: Se ha comprobado la ontología por formación de las DL Query consultas

Con los resultados obtenidos y que se presenten en este trabajo, podemos concluir que se pueda lograr el objetivo principal del estudio, específicamente: optimizar tiempo dedicado a los estudios y mejorar la calidad de vida y el rendimiento académico de los estudiantes de una carrera universitaria.

El experimento se confirmó por el hecho de que 26 estudiantes de los 50 encuestados fueron confirmados con el curso de estudio seleccionado y se propuso a 24 estudiantes que eligieran otra rama de estudios de acuerdo con el perfil. Esta cifra corresponde a la estadística media de la finalización satisfactoria de los estudios a tiempo.

6.2 Conclusiones

Durante 5 años de trabajo en esta tesis doctoral hubo un gran número de cambios en la sociedad y en la escuela superior (grado superior), que afectaron la aparición de nuevas especialidades y cambios en el propio estándar educativo. Pero el hecho de que el sistema ontológico que se está desarrollando permite añadir y cambiar reglas, replicándolas, hizo posible hablar de la universalidad de tal enfoque para crear sistemas basados en el conocimiento.

El uso de métodos analíticos y métodos de análisis de datos ontológicos tiene como objetivo elegir la mejor alternativa para brindar apoyo a la toma de decisiones del

solicitante al elegir una especialidad. Las reglas de toma de decisiones presentadas en la ontología tienen como fin evaluar alternativas utilizando métodos bien conocidos para obtener y procesar evaluaciones de expertos, utilizando el método de análisis de jerarquías de T. Saaty.

Los resultados de evaluar y predecir la efectividad de la capacitación en una universidad son de valor práctico para tomar decisiones sobre la elección de la carrera de estudios adecuada y deben ser parte de la estrategia estatal para administrar la capacitación de especialistas, desarrollar programas de capacitación y desarrollo, desarrollar una estrategia para la gestión de recursos humanos, acumular y utilizar bases de conocimientos corporativas.

Con los resultados obtenidos y que se presentan en este trabajo, podemos concluir que sí se puede obtener información relevante que ayude al futuro estudiante universitario a elegir libremente el grado a cursar. Además, permite poder anticipar los itinerarios a elegir durante el bachillerato para así mejorar su preparación. Asimismo, el estudio realizado puede ayudar a la selección de itinerarios o asignaturas para permitir a los estudiantes de bachillerato abordar con mayores probabilidades de éxito la finalización de un grado universitario en concreto.

Todos resultados obtenidos sin duda alguna permitirán a los jóvenes optimizar el tiempo dedicado en estudios y mejorar calidad de vida y el rendimiento académico de su carrera universitaria.

Las reglas que permitan orientar en la toma de decisiones a los estudiantes que van a ingresar en la universidad fácilmente se replica y se adapta a los requisitos de cualquier universidad.

6. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

6.1 Discussion

The author shows in his work that the methods used for decision making in technical systems, in the strategic management of difficult dynamic objects can even be applied to decision making to the choice of a university career at the time of university entry.

The objective of this thesis is to determine the significant factors with a method of hierarchical analysis, the effect of which is directly correlated to the results of university career choice and, furthermore, affects student performance.

The results show that the set of rules developed for university admission can serve the user as an expert aid and provide the applicant with comprehensive information on the rules of admission to a higher education institution, the value of the passing score for each branch of knowledge, as well as to evaluate the personal chances of each applicant to pass the training in the chosen branch of knowledge. These marks are presented to the user with the use of linguistic variables, allowing the recommendations given by the DSS to be brought into the natural-linguistic communication environment.

It is proposed to build the DSS on a modular basis. In this case, the modules that define the training guidelines are formed together with the experts on the basis of the Holland method. It will allow the user first and foremost to define with the help of chosen academic modality in secondary school the type of preferable university degree, within the established branch of knowledge.

The author proposes the development of a chat-bot, which will ask the user questions according to the hierarchical scheme, the first questions to enter the cluster - the branch of university studies and already within this cluster questions to determine the specific university career, depending on the results.

The main objective of the thesis can be considered achieved: a methodology of establishing a decision support system has been developed which will enable an applicant to answer his questions in making decisions about the choice of university specialty, thereby optimizing the time devoted to getting a degree, improve quality of life and academic performance.

In order to achieve this goal, the following objectives were solved in the thesis:

Objective 1: BPMN model of the decision-making process when choosing a specialty when entering the university has been developed.

Objective 2: Based on the method of analytic hierarchy process there were identified the factors that are significant for decision-making factors which influence directly correlates with the results of choosing a university career and, in addition, affects students' academic performance.

Objective 3: An ontology based on the BPMN model of the decision-making process has been developed, classes have been formed and the correlations between the key factors have been identified.

Objective 4: Based on the suggested modular principle and with the participation of experts there were elaborated the general rules of admission to university, the rules of admission to a certain specialty and the rules of succeeding in studying this degree. An algorithm of assigning fuzzy values to specific parameters presented in the rules, taking into account linguistic variables has been developed.

Objective 5: Experimental verification of the ontology was carried out by forming DL Query.

As an experiment the data of 50 first-year students of TADE specialty was introduced into the ontology as class precedents and they chose the field of study according to the Holland method profile. The experiment proved the fact that 26 students out of the 50 that were interviewed, confirm the chosen field of study and 24 students were proposed to choose another field of study according to the profile. This indicator corresponds with the average statistic of successful graduation in due time inside the University of Alicante.

6.2 Conclusions

During 5 years of work on this thesis there were a large number of changes in society and in the higher school, which affected the emergence of new specialities and changes in the educational standard itself. But the fact that the developed ontological system allows to add and change rules, replicating them, made it possible to speak about the universality of this particular approach in creating knowledge-based systems.

The usage of analytical methods and ontological data analysis methods in this work was aimed at choosing the best alternative to support the applicant's decision making when choosing a university career. The ontology-based decision-making rules

are the rules for evaluating alternatives using well-known methods for obtaining and processing expert assessments, using T. Saaty's method of hierarchy analysis.

The results of evaluating and predicting the effectiveness of training at a university obtained in this work have practical value for making decisions about the choice of the appropriate course of study and should be part of the state strategy with the purpose of management of the specialist training, developing training programmes and evolution. The proposed approach allows to develop a strategy for further human resource management, accumulating and using knowledge systems for adaptation of any new generation member to the current conditions.

With the results obtained and presented in this work, we can conclude that the developed rules contain relevant information that can help the future university student to freely choose the degree to take. Moreover, as a side effect of this research, it is possible to anticipate the modalities that students should choose in the Bachelor's degree in order to improve their preparation for university entrance.

All the results obtained in this thesis will undoubtedly allow young people to optimize the time they spend studying and improve the quality of life and academic performance of their university career.

The rules that provide a guidance in decision making for students who are going to enter the university are easily replicated and could be customized to the requirements of any university.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

6. ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

6.1 Обсуждение

В своей работе автор показал, что методы, традиционно используемые для принятия решений в технических системах, при стратегическом управлении сложными динамическими объектами, могут быть также применены для поддержки принятия решений при решении задачи выбора университетской карьеры при поступлении в университет.

Целью данной диссертации является разработка методики создания системы поддержки принятия решений для определения специальности при поступлении в вуз и разработка базы знаний для поддержки принятия решений абитуриента, выбирающего специальность при поступлении в университет Аликанте.

Основой предложенной методики построения СППР является онтологический анализ процесса поддержки принятия решений, в ходе которого был осуществлен отбор и систематизация факторов, влияющих на формирование классов и отношений, определены входные, промежуточные и выходные переменные, которые сформировали иерархическую структуру базы знаний и построена логическая модель онтологии в соответствии со структурой, полученной в результате процессного моделирования.

Иерархия BPMN-диаграмм послужила основой для проведения онтологического анализа. Для уточнения и развития результатов анализа предложен комплексный метод извлечения концептов, включающий анализ комплекса структурных моделей с учетом знаний и опыта экспертов и автоматизированный лингвистический анализ текстов.

В работе предлагается построение СППР на основе модульной структуры базы знаний. В этом случае модули определяются в процессе BPMN-моделирования. Результаты BPMN-моделирования показали, что в процессе принятия решений существуют правила разного уровня абстракции, поэтому предложено распределить их по трем крупным модулям: общие правила поступления в университет, правила поступления на определенную специальность и правила успешности обучения на данной специальности.

Новым в работе является то, что правила принятия решений, представленные в разработанной базе знаний, учитывают неопределенности, содержащиеся в суждениях экспертов, и эти неопределенности учитываются и при построении SWRL-правил путем введения значений лингвистических переменных. Правила разрабатываются совместно с экспертами и используют результаты тестирования абитуриентов на основе метода Холланда. Это позволяет пользователю, в первую очередь, определить направление его обучения, выбранное в старшей школе, и, как следствие, определить университетскую специальность в рамках установленной области знаний, полученной в результате тестирования на основе метода Холланда.

Принципиально новым подходом, предложенным в этой работе, является подход к определению значимых факторов для принятия решений по выбору специальности на основе метода анализа иерархий. Этот подход позволил выбрать факторы, влияние которых является наиболее важным на процесс принятия решений абитуриентом и напрямую коррелирует с результатами выбора университетской карьеры. Как показывает практика, правильно принятое решение повышает качество жизни и в дальнейшем влияет на мотивацию и успеваемость студентов. Эти факторы, их значения и свойства, включены в онтологическую базу знаний и являются базисом, который формирует SWRL-правила принятия решений.

Результаты показывают, что совокупность сформулированных автором правил–поступления в университет Аликанте, представленных в этой работе, может служить пользователю в качестве экспертной системы и предоставлять абитуриенту полную информацию о правилах приема в вуз, в том числе, о значении проходного балла по каждой университетской специальности. Кроме этого, для оценки личных возможностей каждого абитуриента на основе экспертной информации построены правила, позволяющие с определенной степенью уверенности прогнозировать вероятность успешного обучения по выбранной университетской специальности. Эти оценки представляются пользователю с использованием лингвистических переменных, что позволяет перенести рекомендации, данные системой ППР, в среду естественно-лингвистического общения.

Можно считать достигнутой основную цель диссертации: построение такой системы поддержки принятия решений для абитуриента, которая даст

ответы на его вопросы при принятии первых стратегических (долгосрочных) решений в жизни, тем самым позволив оптимизировать цели и пути их достижения, сократить время получения образования при повышении успеваемости и улучшить качество жизни.

Для достижения этой цели в работе были решены следующие задачи

Задача 1: Разработаны BPMN- модель процесса принятия решения при выборе специальности при поступлении в вуз.

Задача 2: На основе метода анализа иерархий выявлены значимые для принятия решений факторы, влияние которых напрямую коррелирует с результатами выбора университетской карьеры и, кроме того, влияет на успеваемость студентов.

Задача 3: На основе BPMN-модели процесса принятия решения разработана онтология, сформированы классы и определены взаимосвязи между ключевыми факторами.

Задача 4: На основе предложенного модульного принципа и с участием экспертов разработаны общие правила поступления в университет, правила поступления на определенную специальность и правила успешности обучения на данной специальности. Разработан алгоритм задания нечетких значений конкретным параметрам, представленным в правилах, с учетом лингвистических переменных.

Задача 5: Проведена экспериментальная проверка онтологии путем формирования DL Query запросов.

В качестве эксперимента в онтологию были введены данные 50 студентов первого года обучения специальности TADE как прецеденты классов и им было выбрано направление обучения в соответствии с профилем по методу Холланда. Эксперимент подтвердил тот факт, что 26 студентам было подтверждено выбранное направление обучения, а 24 студентам было предложено выбрать другое направление обучения в соответствии с профилем. Этот показатель соответствует средней статистике успешного окончания обучения в срок по Испании.

6.2 Заключение

За 5 лет работы над докторской диссертацией и особенно в последний год произошло большое количество изменений в обществе, в системе высшего и среднего образования, которые повлияли на появление новых специальностей и изменение самого образовательного стандарта. Однако универсальность предложенной методики состоит в том, что разрабатываемая онтологическая система открыта и позволяет добавлять и изменять классы объектов и их свойства, строить на их основе новые правила, проверяя их на непротиворечивость с уже имеющимися в базе знаний. Это позволяет говорить об универсальности предложенного подхода к созданию системы поддержки принятия решений, основанной на знаниях.

Использование предложенной последовательности аналитических методов, в том числе, методов онтологического анализа данных позволяет говорить о планомерном сужении области поиска и выборе наилучшей альтернативы для поддержки принятия решения абитуриента при выборе специальности. Представленные в онтологии правила принятия решений предназначены для оценки альтернатив с использованием хорошо известных методов получения и обработки экспертных оценок, а также с применением метода анализа иерархий Т. Саати для определения наиболее значимых критериев.

Результаты оценки и прогнозирования эффективности обучения в университете, которые также представлены в разработанной онтологической базе знаний, имеют практическую ценность при принятии решений о выборе соответствующей учебной специальности и призваны сориентировать абитуриента, как это делают специалисты приемной комиссии университета. При использовании СППР пользователь может получить ответы на вопросы двух видов: 1) о возможности поступления и успешного обучения на заданной специальности (для абитуриентов перед подачей документов), 2) об определении направления обучения (для старшеклассников на этапе получения среднего образования) с целью повышения вероятности успешной подготовки к вступительным экзаменам.

Построение такой системы поддержки принятия решений позволит каждому ученику ответить на свои собственные вопросы при принятии первых долгосрочных и одних из наиболее важных решений в своей жизни. Это именно те решения, от результатов которых будет зависеть желание учиться, объем и качество усвоения информации, удовлетворенность полученной специальностью,

а в дальнейшем успешность и возможность адаптация каждого конкретного человека в современном обществе.

Учитывая тот факт, что государство при управлении в сфере образования основной целью определяет поиск способов естественной мотивации к обучению и заблаговременное планирование развития ученика как личности, способной к самостоятельному выбору наилучшего направления обучения, внедрение таких систем поддержки принятия решений должно быть частью государственной стратегии по управлению подготовкой специалистов, может быть включено в программы профессиональной ориентации и обучения специалистов и составлять основу стратегии управления кадрами на уровне государства.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

7. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

En esta Tesis se ha presentado una metodología para construir el SATD al ingresar a la universidad. La metodología está basada en el método de análisis ontológico y desarrollada sobre la base de modelos de procesos (BPMN) de toma de decisiones al ingresar a la universidad. Se ha desarrollado una metodología para la formación de reglas de decisión basadas en la ontología.

Se ha obtenido certificado de estancia en extranjero al participar en un programa “Crear procesos empresariales de la empresa intelectual” en la Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University para realizar la valoración de reglas escritas en colaboración al Grupo de Investigación en el International Academic center of competence Politechnic-SAP. La Universidad de Alicante concedió la información necesaria para investigación.

A continuación, se muestran las publicaciones realizadas como consecuencia de esta Tesis, con orden de publicación.

Artículo 1. On possible creation of a Personal Decision Support System

Startseva E.B.¹, Tsurpal A.A.². (2016). On possible creation of a Personal Decision Support System. *The XII International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2016)*, September 23-30, 2016 - Prague, 2016 - V2, PP. 131-134.

¹ Automated management systems department. Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, Doctoral School University of Alicante, Alicante star_elenal@list.ru

² Russian Olympic snowboarding team, Moscow, a.tsurpal@gmail.com

Abstract

Currently, most employers are facing the problem of employee's self-motivation and realizing his own system of values. And the fact that the efficiency of an external motivation via financial incentivization, emotional or status encouragement, is not the most efficient thing at the moment. The most efficient motivation is the conscious action of a person with a personal responsibility for the implication of his actions;

understanding the aspects affecting other people; his participation in team (professional) work. Thus, creating a system of personal objectives and motivation analysis enables a person to achieve a structural understanding of the current needs at a particular time in life, develop life strategies and individual means of their satisfaction, including in a work team, where a present-day person is spending 50 to 70% of his adult active life. The group of co-authors sees some real opportunities and relevant pre-requisites to the development of a computer application in the format of a Personal Objectives Clarification Support System and a Personal Decision Support System based on the models used in coaching and consultative (not therapeutic) psychology.

Artículo 2. Ontological analysis methods as a tool for a personal decision making process.

E. Startseva¹, A. Grimaylo², F. Llopis Pascual³. (2017). Ontological analysis methods as a tool for a personal decision making process.

The XIII International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2017), October 5-9, 2017- Germany, Baden-Baden, V2, PP. 63-66.

¹Automated management systems department. Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, Doctoral School University of Alicante, Alicante star_elena@list.ru

²Department of Translation and Interpreting. University of Alicante, Alicante, Spain, grandres185@gmail.com

³Department of the language and information systems. University of Alicante. Alicante, Spain, fernando.llopis@ua.es

Abstract

This article suggests application of an intellectual system for personal goal setting and decision making processes. In this article an individual is viewed as a complex and extremely dynamic system, which is to take decisions under the very uncertain and sometimes risky circumstances. The proposed approach makes it possible to use the well-known methods and models in the personal decision making simulation processes. As a result, to our opinion, we shall get a new type of an individual decision making

support system. This shall trigger the natural navigation mechanism of every and each individual and assist in problem solving of any level of complexity. The individual decision making process shall be viewed as a personal development program or a personal objective attainment in line with certain behaviour and management rules.

Artículo 3. Ontology-based decision support system in career choice.

Elena Startseva¹, Andrey Grimaylo¹, Liliya Chernyahovskaya³, Nataiya Nikulina⁴. (2019). Ontology-based decision support system in career choice. *XXI International scientific conferences "COMPLEX SYSTEMS: CONTROL AND MODELING PROBLEMS" (CSCMP) in Samara (Russia)*. IEEE Xplore Digital Library. Date Added to IEEE Xplore: 03 February 2020.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/CSCMP45713.2019.8976531>

¹ Automated management systems department. Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, star_elena@list.ru

² Department of Translation and Interpreting. University of Alicante, Alicante, Spain, grandres185@gmail.com

³ Department of automated IT systems. Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, lrchern@yandex.ru

⁴ Automated management systems department. Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, nick_nataly@rambler.ru

Abstract

The objective of many research works in educational field of studies is the discovery of the natural student's motivation to study, timely personal development planning in order to make the best and individually adequate educational choice. For that purpose, the following studies have been performed: statistical analysis of the first year performance for a cohort of more than ten thousand students of the University of Alicante, data intellectual analysis, decision on alternative educational alternatives ranging for every students including the competence management (aptitudes, cognitive and social

models). The ontology has been developed in order to rationalize, organize and automate the processes, procedures of the decision support system, based on the rules and precedents within the semantic net context notions of the study area.

Keywords: decision support system, career choice, efficiency of education, ontology, analytic hierarchy process, SWRL-rules

Artículo 4. Ontology rules application for efficient career choice

Elena Startseva, Andrey Grimaylo, Liliya Chernyahovskaya, Fernando Llopis Pascual. (2019). Ontology rules application for efficient career choice
5th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'19) in Valencia (Spain) 25-28 junio 2019, PP. 1179-1187.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd19.2019.9251>.

¹ Automated management systems department. Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, star_elenal@list.ru

² Department of Translation and Interpreting. University of Alicante, Alicante, Spain, grandres185@gmail.com

³ Department of automated IT systems. Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, lrchern@yandex.ru

⁴ Department of the language and information systems. University of Alicante. Alicante, Spain, fernando.llopis@ua.es

Abstract

The aim of this work is to help university applicants in their transition phase from high-school to tertiary education starting with their first life-long decision concerning their choice of the field of study. The construction of the decision support system has evolved into an ontologybased model. The model, as well as the decision making rules, have been formulated based on the research study of the cohort of 11923 students of the

University of Alicante between 2010 and 2017. The educational and psychological processes have been studied in order to identify the pivot moments and the factors that may lead to an adequate decision making or to an objectively wrong decision which eventually ends up in a drop-out of studies. Analysing the existing methods of occupational and educational choice assistance, the method of John L. Holland on “A Psychological Classification of Occupations” has been selected as the most viable and convenient for this purpose. The Holland Codes have been adopted as a lingua franca of this ontology-based model. As a result, the ontology-based decision support system provides assistance in decision making using the Holland Code terminology and practically unlimited complexity of the object and data properties of and ontological presentation of knowledge.

Keywords: ontology-based decision support system; occupational and educational choice; Holland Code.

Artículo 5. Las ciencias en la enseñanza secundaria como factor fundamental para el éxito universitario

Llopis Pascual, Fernando; Montoyo Guijarro, Andrés; Elena Startseva , Grimaylo Andrey. (2019). Las ciencias en la enseñanza secundaria como factor fundamental para el éxito universitario. Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria. Volumen 2019. Alicante: Universidad de Alicante, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), 2019. ISBN 978-84-09-07186-9, 773 p.

Investigación e innovación en la Enseñanza Superior. Nuevos contextos, nuevas ideas. Barcelona: Octaedro, 2019. ISBN 978-84-17667-23-8, 976-986 PP. Volumen en formato digital (pdf) publicado por la Editorial Octaedro (Q1 en el Scholarly Publishers Indicators-CSIC)

¹ Universidad de Alicante, Fernando.llopis@ua.es;

² Universidad de Alicante, montoyo@ua.es;

³ Universidad Estatal de la Técnica de la Aviación de Ufa, star_elena@list.ru;

⁴ Universidad de Alicante, ag149@alu.ua.es

Resumen

Elegir el grado universitario que van a cursar es una decisión muy importante para muchos jóvenes que carecen de experiencias previas en este sentido. El objetivo principal de este trabajo es identificar los factores significativos que afectan al rendimiento de los estudiantes en la universidad y recomendar algunas normas que permitan orientar en la toma de decisiones a los estudiantes que van a ingresar en la universidad. Además, el estudio realizado puede ayudar a la selección de itinerarios o asignaturas que los estudiantes deberían elegir en su etapa de educación secundaria para abordar con mayores probabilidades de éxito la finalización de un grado universitario en concreto. Este estudio se basó en información estadística de casi 62.000 estudiantes (40% de hombres y 60% de mujeres) que ingresaron en la Universidad de Alicante en los últimos cursos. La información que se ha procesado incluía notas de admisión (puntuaciones de entrada de los exámenes realizados en las pruebas de acceso), rendimiento en el primer año (tasa de aprobados), edad, sexo, áreas de estudio universitario, cursos de carrera de pregrado y programas de estudio de secundaria. El objetivo ha sido el de identificar las interrelaciones entre los indicadores clave. Con los resultados obtenidos y que se presentan en este trabajo, podemos concluir que sí se puede obtener información relevante que ayude al futuro estudiante universitario a elegir adecuadamente el grado a cursar. Además, permite poder anticipar los itinerarios a elegir durante la etapa de educación secundaria para así incrementar su preparación.

Palabras clave: éxito, fracaso, Enseñanza Secundaria, acceso a la universidad.

BIBLIOGRAFIA

- Andreychikov, A.V.; Andreychikova, O. N. (2002). *Análisis, síntesis, decisiones de planificación en economía*. M.: Finanzas y Estadísticas.
- Badamshin, R.A.; Illyasov, B.G.; Chernyakhovskaya, L.R. (2003). *Problemas de gestión de objetos dinámicos complejos en situaciones críticas basadas en el conocimiento*. M.: Ingeniería mecánica.
- Bellman, R.; Dreyfus, S. (1965). *Problemas aplicados de programación dinámica trad. de inglés*. M.: Ciencia.
- Borisov, A.N.; Krumberg, O.A.; Fedorov, I.P. (1990). *Toma de decisiones basadas en modelos difusos*. Riga, Zinatne
- Botthof, E. A. H. Alfons (2015). *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*, Berlin: Springer Vieweg, 2015.
- Business Process Model and Notation. *En Wikipedia*. Consultado 30 de julio de 2020. es.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Model_and_Notation
- Chernyakhovskaya, L.R.; Malakhova, A.I. (2014). *Desarrollo de modelos y métodos de soporte de decisiones inteligentes basados en la ontología de gestión organizacional de proyectos de software*. Ontología de diseño: revista científica, Samara: Nueva técnica. No. 4 (10). S. 42-50. 10, N ° 4 (2014): 42-50.
- Chernyakhovskaya, L.R.; Muelle, J.A.; Nikulina, N.O.; et al. (16-18 de septiembre de 2003) *Simulación de la colaboración de administradores de sistemas complejos en situaciones críticas utilizando redes de Petri de colores*. Actas del 5th Taller internacional sobre informática y tecnologías de la información. Ufa, Rusia, p. 56-59.
- Chernyakhovskaya, L.R.; Nikulina, N.O.; Shiryayev, O.V. (2018). *Gestión intelectual de procesos de negocio complejos basados en bases de conocimiento ontológico: libro de texto / Ufimsk*. Universidad estatal de tecnología de Aviación, Ufa. RIK USATU.

- Chernyakhovskaya, L.R.; Startseva, E.B.; Malakhova, A.I.; Muksimov, P.V.; Makarov K.A. (2010). *Apoyo a la decisión en la gestión empresarial estratégica basada en la ingeniería del conocimiento*. Ufa AN RB, Gilem.
- Danilova, A.S.; Zdrestova-Zakharenkova, S.V.; Fedorova O.M. (2019). *Fundamentos de la competencia profesional: una guía de estudio*. - Krasnoyarsk: SibFU.
- DI, Diario Información. (6 de julio de 2020). *El 76% de los estudiantes de Alicante no sabe qué grado va a estudiar*. <https://www.diarioinformacion.com/sociedad/2020/07/06/76-estudiantes-alicante-grado-estudiar/2279688.html>
- Dobrov B.V., Lukashevich N. V., Nevzorova O. A., Fedunov B.E. (2004). Métodos y herramientas para el diseño asistido por ordenador de ontología aplicada, *Izv. RAS. Sistemas de teoría y control*. M.:No. 2. - C.58-68.
- Dobrov, B.V.; Ivanov, V.V.; Lukashevich, N.V. (2011). *Ontologías y tesauros: modelos, herramientas, aplicaciones: un tutorial*. M.: Universidad de Tecnologías de la Información de Internet. BINOMIO: Laboratorio de conocimiento.
- Documentación oficial sobre Protégé. Consultado el 25 de agosto de 2018. URL: <http://protrgrwiki.stanford.edu/index.php/ProtegeUserDocs>
- Dowsett, S. (2020). *A FONDO-Generación COVID: los estudiantes españoles que se perdieron en el confinamiento*. <https://es.reuters.com/article/idESKBN23U1RB>. Consultado el 1 de agosto de 2020.
- Dunbar, R. (15 de agosto de 2016) «*Measuring the Relationship Between Outcomes, Success, and Retention in Undergraduate Education*,» Act.org.
- Dzhabrailova, Z.G.; Mamedova, M.G. (2004). *Un enfoque lógico difuso para el problema de la evaluación de los recursos humanos Gerente en Rusia y en el extranjero*, n. ° 5, p. 111-117.
- Education Counts, «*School Leaver Destinations*» Education Counts (2018). Consultado el 16 de noviembre de 2018. <https://www.educationcounts.govt.nz/home>.

- EL MUNDO. *La Universidad Española en Cifras*. Fecha de actualización 12 de diciembre de 2018. <https://www.elmundo.es/espana/2018/12/12/5c10291afdddf2488b461f.html>
- European Commission, «The European Higher Education Area in 2018: Bologna Process Implementation Report» Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.
- Fundación CYD (Fundación Conocimiento y Desarrollo), «Informe CYD 2016,» Fundación CYD (Fundación Conocimiento y Desarrollo), Barcelona, 2016.
- Gavrilova, T.A., Chervinskaya, K.R. (1992). *Extracción y estructuración del conocimiento para sistemas expertos*. M.: Radio y comunicaciones.
- Gavrilova, T.A.; V.F. Khoroshevsky, V.F. (2000). Bases de conocimiento de sistemas inteligentes. San Petersburgo: Peter.
- Gruber, T.R. (1993). Un enfoque de traducción a las especificaciones de ontologías portátiles. *Adquisición de conocimiento*, 5 (2), 1993, pp.199-220.
- Gvozdev, V.E.; Chernyakhovskaya, L.R.; Rovneyko, N.I.; Malakhova, A.I. (2014). "XVI Conferencia Internacional" Problemas de control y modelado en sistemas complejos ". *Soporte intelectual y analítico para la toma de decisiones colectivas en la gestión de proyectos de software*. Samara.
- Holland, J. (1978). *La elección vocacional. Teoría de las carreras*. Editorial Trillas: México
- Holland, J. L. (1970). *A Clasificación psicológica de ocupaciones*. Washington DC: Universidad Johns Hopkins.
- IBA Global Employment Institute. *Artificial Intelligence and Robotics and Their Impact on the Workplace*. International BAR Association, London, 2017.
- Illyasov, B.G.; Startseva, E.B.; Yangurazova, N.R. (2006). *Estructura modular de la base de conocimiento del sistema de expertos "Selección de especialidades en la universidad"*: Negocio de petróleo y gas. Revista electrónica. Ufa: UGNTU, p. 8

- Ilyasov, B.G.; Startseva, E.B.; Yangurazova, N.R. (2003). *El concepto de formación de apoyo a la decisión en condiciones de incertidumbre utilizando el mecanismo del pensamiento intuitivo. Informática y tecnología de la información CSIT'2003: Quinto pasante. conf. Ufa USATU, 2003. T.2 p. 222-224. (en inglés)*
- Jackson, P. (2001) *Introducción a los sistemas expertos: trad. de inglés: Tutorial - M. : Williams.*
- Jarrantino, J.; Riley, G. (2007) *Sistemas expertos: principios de diseño y programación. 4ta ed. : Trad. de inglés - M. : LLC "ID Williams".*
- Kulikov, G.G.; Nabatov, A.N.; Rechkalov, A.V.; Chernyakhovskaya L.R. y otros. (1999). *Diseño automatizado de sistemas de información y control. Diseño de sistemas expertos basados en modelado de sistemas. Universidad estatal de aviación tech., Ufa, Rusia.*
- Llopis, F.P.; Montoyo, A.G.; Startseva, E.B.; Grimaylo, A. (2019). “Las ciencias en la enseñanza secundaria como factor fundamental para el éxito universitario Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria”. Volumen 2019. Alicante: Universidad de Alicante, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE).
- Maloshonok, T.E. (2017). *The mismatch between student educational expectations and realities: prevalence, causes, and consequences. European Journal of Higher Education, pp. 356-372, 2017.*
- Mamikonov, A.G. (1983). *Toma de decisiones e información. - M. : Ciencia.*
- Marcus, J, «The Hechinger Report» The Hechinger Report. Consultado el 5 de julio de 2018.<https://hechingerreport.org/more-high-school-grads-than-ever-are-going-to-college-but-1-in-5-will-quit/>.
- Martínez, J.M.; Valls, F. Aplicación de la teoría de Holland a la clasificación de ocupaciones. Adaptación del Inventario de Clasificación de Ocupaciones (ICO). *Revista Mexicana de Psicología, 25 (1): 151-164. Sociedad Mexicana de Psicología, México, 2008*
- MECD, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2016). *Estadística de Indicadores Universitarios. 2016. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid.*

- Mimenza, O.C. *El modelo tipológico de Holland y su función en orientación profesional*. Consultado el 30 de julio de 2020. <https://psicologiaymente.com/personalidad/modelo-tipologico-holland>
- Mimenza, O.C. *Las principales teorías de la personalidad*. Consultado el 30 de julio de 2020. <https://psicologiaymente.com/personalidad/teorias-personalidad>
- Nogin, V.D. (2007). *Toma de decisiones con criterios múltiples* (ayuda para enseñar). - SPb: Editorial "Yutas"
- Nugaeva, K.R. (2007). *La sistema de información de apoyo a la toma de decisiones en la gestión de la calidad del proceso educativo universitario basado en ontología*. 05.13.10: Gestión en sistemas sociales y económicos. Disertación. para solicitar un científico doctorado - Ufa: USATU.
- Ordoñez de Pablos Patricia, Tennison Robert D. (2016) *Impact of Economic Crisis on Education and the Next-Generation Workforce*. -USA: Global book series *Advances in Education Marketing, Administration and Leadership*. (AEMAL)(ISSN:2326-9022; eISSN: 2326-9030)
- Petrovsky, A.B. (2009). *Teoría de la toma de decisiones: un libro de texto para estudiantes universitarios*. M: Centro Editorial "Academia".
- Pospelov, D. A. (1981). *Modelos lógicos y lingüísticos en sistemas de control*. M.: Energoatomizdat.
- Prising, J. (2016). Chairman and Chief Executive Officer, ManpowerGroup. *Four changes shaping the labour market*. 19 1 2016. Consultado: el 1 de octubre de 2018. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/four-changes-shaping-the-labour-market/>.
- Ronan, G.B. (2005). *College freshmen face major dilemma: Indecision about courses of study can prove expensive*. NBC News. http://www.nbcnews.com/id/10154383/ns/business-personal#.XHq9Dqu_hhE.
- Saaty, T. (1993). *Tomando decisiones. Método de análisis de jerarquía*. M: Radio y comunicaciones.
- Salkind, N.J. (2007). *Correlation Coefficient*. Encyclopedia of Measurement and Statistics.

Sanchez, R.M. (2014). *Secondary School Scheme according to LOMCE (ESQUEMA DE LA ESO SEGÚN LOMCE)*. CODAPA, Andalucía.

Shears, M.; Holland, J.L. (2006). *Buscador de ocupaciones: Búsqueda autodirigida: Formulario R*. Melbourne: ACER Press.

Sistemas de inteligencia artificial Bolotova LS: modelos y tecnologías basadas en el conocimiento: libro de texto (2012). GNII IT "Informika". - M.: Finanzas y Estadísticas.

Soviets, B.Ya; Yakovlev, S.A. (2005). *Modelado del sistema: Taller: Libro de texto. manual para universidades*. 3ra ed. borrado. - M.: Mayor. escuela.

Startseva, E.B.; Grimaylo, A.Yu.; Llopis F.P. (2017). *XIX El Taller Internacional de Informática y Tecnologías de la Información*. Los métodos de análisis ontológicos como herramienta para un proceso de toma de decisiones personal. Baden-Baden.

Startseva, E. B.; Muksimov, P.V.; Makarov, K.A.; Nizamutdinova, R.I. (2007). Problemas de gestión estratégica, modelos y método de su solución. Noveno taller internacional sobre informática y tecnologías de la información, vol. 4. USATU, Ufa, Rusia. pp 13-16.

Startseva, E.; Grimaylo, A.; Chernyahovskaya, L.; Llopis F. (2019). "Sciences in high-school education as a fundamental factor for university success". 5th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'19) in Valencia (Spain), 2019. "Ontology rules application for efficient career choice".

Startseva, E.; Grimaylo, A.; Chernyahovskaya, L.; Nikulina, N. (2019). Un sistema de apoyo a la decisión basado en la ontología para una elección profesional exitosa // XXI Conferencias científicas internacionales "SISTEMAS COMPLEJOS: PROBLEMAS DE CONTROL Y MODELADO "(CSCMP) en Samara (Rusia). Biblioteca digital IEEE Xplore.

Startseva, E.B. (1997). *Soporte de decisiones basado en modelos de flujo de trabajo electrónico: Especialista*. 05.13.06-Sistemas de control automatizados: Disertación para solicitar un científico doctorado - Ufa: USATU.

1 Startseva, E.B., (2017). G. A. L. P. F. *Ontological analysis methods as a tool for a*
2 *personal decision making process*. Workshop on computer science and
3 information technologies 19thCSIT'2017, Baden-Baden.

4 Startseva, E.B.; Uraev, A.R.; Yangurazova, N.R. (2006) *Shell "EXPERT" para*
5 *crear sistemas de expertos en E.B. Startseva* (Certificado de Registro
6 del Programa para la UEM) de San 2006611516 del Servicio Federal
7 de Propiedad Intelectual, Patentes y Marcas de Registro Oficial del
8 Programa para la UEM de 3.06.06.

9 The Economist (3 de febrero de 2018) *Going to university is more important than*
10 *ever for young people*. Consultado el 1 de octubre de 2018.
11 [https://www.economist.com/international/2018/02/03/going-to-](https://www.economist.com/international/2018/02/03/going-to-university-is-more-important-than-ever-for-young-people)
12 [university-is-more-important-than-ever-for-young-people.](https://www.economist.com/international/2018/02/03/going-to-university-is-more-important-than-ever-for-young-people)

13 The Russell Group. (2017). *Subject choices at school and college*. Consultado: el 5
14 de octubre de 2018. [https://russellgroup.ac.uk/for-students/school-and-](https://russellgroup.ac.uk/for-students/school-and-college-in-the-uk/subject-choices-at-school-and-college/)
15 [college-in-the-uk/subject-choices-at-school-and-college/.](https://russellgroup.ac.uk/for-students/school-and-college-in-the-uk/subject-choices-at-school-and-college/)

16 Tsukanova, N.Y. (2016). *Modelo ontológico de representación y organización del*
17 *conocimiento: libro de texto para universidades*. - M.: Línea directa -
18 Telecom.

19 UA, University of Alicante, «Study Programmes. OFFICIAL UNDERGRADUATE
20 DEGREES,» University of Alicante, Alicante, 2017.

21 Vesnin, V.R. (2013). *Gestión estratégica*. San Petersburgo: Editorial “Peter”.

22 (2017). *Las carreras con más salida laboral tienen mayor tasa de abandono*.
23 Actualizado el 27 de diciembre de 2018.
24 [https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/carreras-salida-laboral-](https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/carreras-salida-laboral-abandono_75294_102.html)
25 [abandono_75294_102.html](https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/carreras-salida-laboral-abandono_75294_102.html)

26 Wittich, A.V. (2000). *Control evolutivo de sistemas complejos*. Actas del Centro
27 Científico Samara de la Academia de Ciencias de Rusia 1, N ° 1.

Yangurazova, N.R. (2004). *Desarrollo de un sistema de soporte de decisiones utilizando enfoques intuitivos y lógicos*. Radioelectrónica, ingeniería eléctrica y energía: Décimo Int. científico y técnico conf. M .: MEI, Volúmen 1. p. 397–398. (en inglés)

Yangurazova, N.R. (2006). *La Aceptación de las decisiones en la tarea multicriterio en base al sistema experto: sobre el ejemplo de la elección de las especialidades USATU*: la Tesis Doctorado en Tecnología: 05.13.10. - Ufa, 125 p.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante