

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2023

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2023



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Xosé Somoza Medina
Imagem da Capa	peacestock/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.^ª Dr.^ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.^ª Dr.^ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.^ª Dr.^ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.^ª Dr.^ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal



Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciência e tecnologia para o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico II [livro eletrônico] / Organizador Xosé Somoza Medina. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-87396-76-7

DOI 10.37572/EdArt_270223767

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Tecnologia – Aspectos ambientais. I. Somoza Medina, Xosé.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



EDITORA
ARTEMIS

2023

Editora Artemis

Curitiba-PR Brasil

www.editoraartemis.com.br

e-mail: publicar@editoraartemis.com.br

PRÓLOGO

Este libro presenta una colección de artículos de investigación que bajo distintos ámbitos de conocimiento realizan avances de interés en la ciencia y la tecnología. La sociedad del siglo XXI se distingue de la de épocas pretéritas por su capacidad analítica. A diferencia de lo que ocurría en otras épocas, en nuestro mundo contemporáneo tenemos demasiada información y avanzar en el conocimiento significa realizar una investigación original sobre otros antecedentes previos y analizar una gran cantidad de datos para poder extraer conclusiones que signifiquen un desarrollo, un avance entre la situación anterior y la posterior, aunque sea a pequeña escala en un contexto local y en un ámbito científico muy concreto. La suma de miles de esos pequeños avances y la interconexión mundial sostienen a la ciencia y la tecnología del siglo XXI.

Este es el objetivo de este libro, realizar avances en la ciencia y la tecnología para el desarrollo ambiental, cultural y socioeconómico, desde un posicionamiento académico, comprometido con el rigor científico y el desarrollo del ser humano.

Para ello se han compendiado veinticuatro artículos de investigación en dos apartados, ciencia y tecnología. En el primer conjunto nos encontramos con artículos que desde las ciencias ambientales o las ciencias sociales realizan propuestas de mejora de aspectos concretos sobre hidrología, regeneración de suelo agrícola, cuidado ambiental, recursos humanos, ciudades igualitarias o paisajes culturales.

En el segundo bloque, se agrupan trabajos de ingeniería química, ingeniería industrial o ingeniería forestal que relatan avances en distintas tecnologías, relacionadas con el biogás de los vertederos de residuos, los usos de nuevos materiales sintéticos, la química de determinados productos y su toxicidad, o las características bioestructurales de la madera de roble.

Xosé Somoza Medina
Universidad de León, España

SUMÁRIO

I CIENCIAS PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIOECONÓMICO

CAPÍTULO 1..... 1

EL RÍO NAZAS COMO SOLUCIÓN BASADA EN LA NATURALEZA PARA LA COMARCA LAGUNERA

Ana Cecilia Tobías Estrada

José Avidán Bravo Jácome

Alejandra Peña García

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237671

CAPÍTULO 2..... 19

SIMULACIÓN Y PRONÓSTICO DE CAUDALES DIARIOS DEL RÍO AMAZONAS (TAMSHIYACU) USANDO MODELO HÍBRIDO WAVELET REDES NEURONALES

Lucio Vergara Saturno

Waldo Sten Lavado-Casimiro

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237672

CAPÍTULO 3..... 38

BIORESTORATION OF AN AGRICULTURAL SOIL IMPACTED BY WASTE MOTOR OIL

Monserrat Torres-Olaya

Juan Luis Ignacio-De la Cruz

Gabriel Gallegos-Morales

Juan Manuel Sánchez-Yáñez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237673

CAPÍTULO 4..... 50

CARBONO ORGÁNICO SECUESTRADO EN SISTEMAS AGROFORESTALES EVALUADOS EN EL CANTÓN MEJÍA, PICHINCHA, ECUADOR

R. A. Ramos Veintimilla

C. M. Nieto Cabrera

J. R. Limongi Andrade

F. M. Romero Mancero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237674

CAPÍTULO 5..... 65

CREATIVIDAD, INGENIO Y EDUCACIÓN PARA TRANSFORMAR EN VALOR LOS RESIDUOS GENERADOS DE LA PODA DE ÁRBOLES; EL CASO DEL PROSOPIS GLANDULOSA (MEZQUITE)

José Melero-Oláguez
Argelia Melero-Hernández
Jorge Murillo-Romo
Arturo Murillo-Herrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237675

CAPÍTULO 6..... 74

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y FOMENTO DE LA CULTURA DE CUIDADO AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN ATZOMPA, PUEBLA, MÉXICO

Sergio Alberto Vega Cisneros
Fabiola Mendoza Morales
Rosa María Canalizo Bravo
M.A. Claudia Domínguez Olmos
M.A. Rosario Mejía Ramírez
M.A. Adalit Arias Aragón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237676

CAPÍTULO 7..... 80

EMPRENDEDORISMO 360°

Luis Alberto Ynfante

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237677

CAPÍTULO 8..... 89

ELEMENTOS CLAVES PARA LA PROFESIONALIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO EN ORGANISMOS OPERADORES DE MÉXICO

Carlos Alejandro Hernández Morales
Daniel Salas Limón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237678

CAPÍTULO 9..... 102

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ESCOLAR MODALIDAD VIRTUAL Y PRESENCIAL EN LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE FÍSICA BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

Mayté Cadena González

María Alejandra Sarmiento Bojórquez

Juan Fernando Casanova Rosado

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237679

CAPÍTULO 10..... 115

MEJORAMIENTO DE LA FUERZA DE TRABAJO UTILIZANDO SIMULACION

Jorge Tomás Gutiérrez Villegas

María Leticia Silva Ríos

Edgar Omar Gutiérrez Villegas

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376710

CAPÍTULO 11..... 125

LA PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LAS CIUDADES ESPAÑOLAS. UN ANÁLISIS EXPLORATORIO

Bárbara Atanes Delgado

Xosé Somoza Medina

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376711

CAPÍTULO 12..... 149

UN SENDERO CON TERRITORIALIDAD LOCAL EN LA QUEBRADA DE EL TALA, VALLE DE CATAMARCA

Ezequiel Fonseca

Claudio Caraffini

Cristian Melián

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376712

II TECNOLOGÍAS PARA PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIOECONÓMICO

CAPÍTULO 13..... 158

ESTUDIO DE MODELOS MATEMATICOS PARA CALCULO DEL BIOGAS PRODUCIDO EN UN VERTEDERO

Sandra Maria Martinez

Patricia María Albarracin

Luis Francisco Garcia

Santiago Ezequiel Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376713

CAPÍTULO 14..... 164

TECNOLOGÍA BTS-MP_{DRY} PARA LA LIMPIEZA DEL BIOGÁS. UNA FORMA EFICIENTE DE ELIMINAR COMPONENTES PELIGROSOS DEL BIOGÁS DE VERTEDEROS

Joaquín Reina Hernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376714

CAPÍTULO 15..... 174

GEOPOLÍMEROS: EL AVE FENIX DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EMERGENTES Y SU APLICACIÓN EN LA REMEDIACIÓN AMBIENTAL

Luis Felipe Rodríguez Alfaro

Edith Luévano Hipólito

Leticia Myriam Torres Martínez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376715

CAPÍTULO 16..... 185

MACROPOROUS SILICON STRUCTURES IN 700 NM AND 500 NM

Angel Rodríguez

Didac Vega

Jordi Llorca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376716

CAPÍTULO 17..... 198

PARTIAL REPLACEMENT OF SODIUM CHLORIDE BY POTASSIUM CHLORIDE IN GREEN TABLE OLIVES. LOOKING FOR A HEALTHY AND ECONOMIC ALTERNATIVE IN ARGENTINA

Mariela Beatriz Maldonado

Leonel Lisanti

Ariel Márquez

Noemi Graciela Maldonado

Pablo Enrique Martín

Daniela Adriana Barrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376717

CAPÍTULO 18..... 207

ENSAYOS DE PUESTA A PUNTO PARA ESTUDIOS DE DIFUSIÓN DE ARSÉNICO EN *DAUCUS CAROTA*

Oscar Daniel Galvez

Mariela Beatriz Maldonado

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376718

CAPÍTULO 19 **216**

TOXIC EFFECTS OF CONSTITUENTS OF THE FERN *STICHERUS QUADRIPARTITUS* AGAINST *SPODOPTERA FRUGIPERDA* AND *PLODIA INTERPUNCTELLA*

Fernando Livio Corzo

Susana Beatriz Popich

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376719

CAPÍTULO 20 **228**

ANÁLISIS DE CASO EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA HACIENDO USO DE TÓPICOS DE LAS CIENCIAS BÁSICAS. UN ENFOQUE BASADO DISEÑO INSTRUCCIONAL

Alejandro Armando Hossian

Emanuel Maximiliano Alveal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376720

CAPÍTULO 21 **245**

SUPPLEMENTARY FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) FOR SAFETY APPLICATION STANDARDS DIN EN ISO 13849 SAFETY FUNCTION-FMEA

Christa Düsing

David Prust

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376721

CAPÍTULO 22 **264**

REACCIÓN DE ESPECIES FORESTALES DE ULTRA-RÁPIDO CRECIMIENTO A PODA TOTAL, EN ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO, ECUADOR

R. A. Ramos Veintimilla

A. S. Guanaga Paredes

F. A. Sigcha

F. M. Romero Mancero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376722

CAPÍTULO 23 **279**

INFLUENCIA DE LA PARED CELULAR EN LA DENSIDAD DE LA MADERA DE ROBLE (*Quercus robur* L.)

Guillermo Riesco Muñoz

Andrés Remacha Gete

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376723

CAPÍTULO 24288

EMERGENCY REMOTE TEACHING IN PROCESS SIMULATION USING DWSIM: A
CASE STUDY FROM DIQ-UMAG, CHILEAN PATAGONIA

Daniela Navarro-Pérez

Juan C. Moreno-Díaz

Pedro Simeone-Barrientos

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376724

SOBRE O ORGANIZADOR.....312

ÍNDICE REMISSIVO313

CAPÍTULO 20

ANÁLISIS DE CASO EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA HACIENDO USO DE TÓPICOS DE LAS CIENCIAS BÁSICAS. UN ENFOQUE BASADO DISEÑO INSTRUCCIONAL

Data de submissão: 15/01/2023

Data de aceite: 30/01/2023

Alejandro Armando Hossian

Dr. Ing.

Universidad Tecnológico Nacional
Plaza Huincul-Provincia de Neuquén
República Argentina

Emanuel Maximiliano Alveal

Tec. Elec.

Universidad Nacional del Comahue
Neuquén-Provincia de Neuquén
República Argentina

RESUMEN: La presente propuesta metodológica se enmarca dentro del proyecto de investigación con asentamiento en el departamento de Ciencias Básicas de la Facultad Regional Neuquén de la Universidad Tecnológica Nacional. La metodología propuesta incluye cuatro fases que se llevan a cabo en forma gradual, de manera que el estudiante se sienta capaz de desarrollar un análisis conceptual del caso de estudio. Por consiguiente, se analiza un caso de aplicación en el campo de la Ingeniería con una marcada inclinación a la exploración de las ecuaciones que conforman el modelo matemático del

caso en cuestión, en aras de la consecución de un diseño robusto que sea alcanzable por un estudiante medio de la carrera de Ingeniería. Los autores se basan en las teorías prescriptivas del diseño instruccional para su investigación, habida cuenta de que las mismas están orientadas hacia la práctica y estimulan el análisis crítico y reflexivo de situaciones problemáticas ingenieriles.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo cognitivo. Instrucción. Modelo matemático. Teorías prescriptivas. Energía.

CASE ANALYSIS IN THE FIELD OF ENGINEERING USING TOPICS FROM BASIC SCIENCES. AN INSTRUCTIONAL DESIGN BASED APPROACH

ABSTRACT: This methodological proposal is part of the research project established in the Department of Basic Sciences of the Neuquén Regional Faculty of the National Technological University. The proposed methodology includes four phases that are carried out gradually, so that the student feels capable of developing a conceptual analysis of the case study. Therefore, an application case in the field of Engineering is analyzed with a marked inclination to explore the equations that make up the mathematical model of the case in question, in order to achieve a robust design that is achievable by a student. middle of engineering degree. The authors rely on prescriptive theories of instructional design for

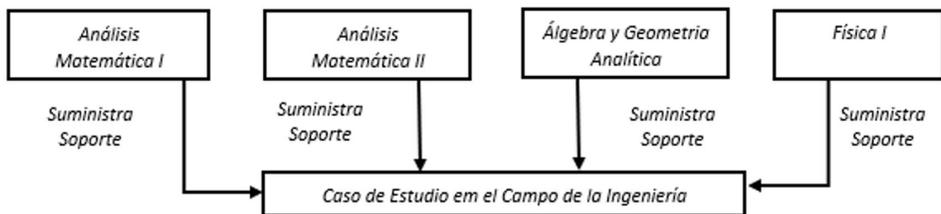
their research, given that they are practice-oriented and encourage critical and reflective analysis of engineering problem situations.

KEYWORDS: Cognitive development. Instruction. Mathematical model. Prescriptive theories. Energy.

1 INTRODUCCIÓN

La columna vertebral de esta labor de investigación es la tesis de maestría en el campo de la Ingeniería de Software desarrollada y defendida en la Universidad Politécnica de Madrid: “Sistema de Asistencia para la Selección de Estrategias Instruccionales”, que consistió en la construcción de un sistema experto que recomienda estrategias y actividades de enseñanza en función de variables educativas tales como: características del estudiante, tipo de contenido a enseñar, objetivos y ambiente de aprendizaje entre otras. Se asume como hipótesis de partida del presente trabajo de investigación que el estudiante medio de la carrera de ingeniería atraviesa por una serie de fases hasta adquirir el grado de madurez suficiente para elaborar y resolver un modelo simplificado de la realidad asociada con un determinado problema que se le presenta. En este sentido, se analiza un caso de estudio en el campo de la Ingeniería con una fuerte impronta de tópicos de las Ciencias Básicas, entre los cuales se destacan contenidos curriculares pertenecientes a asignaturas tales como: Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Álgebra y Geometría Analítica y Física I; entre otras. En esta interesante experiencia interdisciplinaria colaboran los equipos de las cátedras de las materias mencionadas a los efectos de que los estudiantes logren un análisis robusto y satisfactorio del caso presentado, tiene lugar en un escenario de cooperación entre las asignaturas que intervienen en el proceso de instrucción tal como se ilustra en la Fig. 1:

Fig. 1. Vinculación entre las asignaturas del Ciclo Básico que dan soporte caso de estudio en Ingeniería.



Mediante este proceso de instrucción se intenta dotar al alumno de las herramientas necesarias que le permitan abordar de manera satisfactoria la tarea de construcción y resolución de modelos asociados a un problema real.

2 MARCO TEÓRICO

En esta sección se exponen los fundamentos de los conceptos de “instrucción” y de las “teorías de la instrucción”, los cuales constituyen la base teórica de este proceso de instrucción.

2.1 CONCEPTO DE INSTRUCCIÓN

La instrucción puede ser vista como la creación intencional de condiciones en el ambiente de aprendizaje con el objeto de facilitar la obtención de ciertos objetivos educacionales. Desde un punto de vista didáctico, la instrucción consiste en un conjunto de actividades de aprendizaje que se vinculan con todo lo que se espera que realicen los estudiantes con la finalidad de aprender, practicar, aplicar y evaluar entre otras cosas. Estas actividades se articulan en determinadas estrategias de instrucción, las cuales ofrecen una guía explícita acerca de la forma más adecuada de implementar estas actividades.

2.2 TEORÍAS DE INSTRUCCIÓN

Los fundamentos teóricos que sustentan lo expuesto en la sección anterior se pueden analizar desde una perspectiva “descriptiva” o “prescriptiva”:

- **Perspectiva Descriptiva:** se consideran a estas teorías como un conjunto de descripciones concernientes a qué resultados se observan como consecuencia de la aplicación de un proceso de instrucción dado y bajo ciertas condiciones del entorno de aprendizaje. Es decir, ayudan a describir los efectos que se producen cuando tiene lugar una determinada clase de sucesos causales.
- **Perspectiva Prescriptiva:** estas teorías pueden ser vistas como un conjunto de prescripciones tendientes a identificar cuál será el proceso de instrucción óptimo para obtener los resultados deseados bajo determinadas condiciones del ambiente educativo. A estas teorías se las llama “Teorías del Diseño Instruccional” o “Teorías de Diseño Educativo” y están orientadas hacia la práctica o hacia un objetivo. Por ejemplo, si se desea fomentar la retención a largo plazo de algún tipo de información nueva (un objetivo educativo), se sugiere ayudar al estudiante a que relacione esa información con otro tipo de conocimientos asociados que haya recibido con anterioridad (un método educativo).

3 CASO DE ESTUDIO EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA

Este caso de estudio se focaliza en un proceso de instrucción que se compone de cuatro “etapas”, a partir de las cuales el estudiante introduce aquellos conceptos que constituyen la base del dominio de conocimiento del problema que analiza, para luego elaborar las asociaciones existentes entre estos conceptos, confecciona el modelo matemático que mejor representa la realidad del caso y resuelve el modelo haciendo uso de una batería de tópicos de las Ciencias Básicas que dispone en esta instancia del proceso de instrucción. A continuación, se detallan cada una de las cuatro etapas del proceso de instrucción propuesto.

Etapla I: Incorporación de los conceptos base del domino del problema a la estructura cognitiva del estudiante.

En esta etapa el estudiante incorpora los conceptos más relevantes en relación con el dominio que se le presenta. Los procesos cognitivos que se presentan con mayor frecuencia en esta etapa son la adquisición de conocimientos y la comprensión, y las estrategias de enseñanza más apropiadas son:

- 1) Formulación de preguntas con una fluida retroalimentación acerca de las respuestas que brinda el estudiante.
- 2) Estrategias que promueven la asociación de los conocimientos previos que posee el estudiante con los conceptos que están presentes en el problema.

Se presenta un caso de estudio a nivel de proyecto preliminar sin datos numéricos (lo que permite realizar un análisis más profundo de la situación), tomando como base un modelo ingenieril de un bloque descendiendo por un plano inclinado que luego se conecta con una superficie circular en ausencia de fricción. Se le presentan al estudiante dos situaciones, donde en ambas debe obtener la altura mínima desde la cual se debe dejar caer el bloque (que se corresponde con la altura del plano), de manera tal de que se cumplan ciertos requisitos de diseño.

Situación 1: el rizo circular es sin corte y se debe obtener la altura mínima desde la cual debe caer el bloque para que el mismo pueda llevar a cabo la vuelta completa sin desprenderse del rizo, tal como se ve en Fig. 2. Asimismo, el estudiante debe verificar que la fuerza normal máxima que el bloque ejerce sobre la superficie de deslizamiento, no exceda de un valor admisible establecido a nivel de proyecto.

Situación 2: el rizo circular es con un corte simétrico reflejado por el ángulo α que forma la línea que une el centro de la circunferencia con el punto A y la vertical que pasa por el centro, tal como se ve en Fig. 3. Ahora el estudiante debe obtener la altura mínima desde la cual debe caer el bloque para que el mismo pueda volar en tiro oblicuo bajo

el efecto de la fuerza de gravedad, llegando a la continuación del rizo en el punto B (el detalle de esta consigna se vislumbra mejor en Fig. 6). También en este caso el estudiante debe verificar que la fuerza normal máxima que el bloque ejerce sobre la superficie de deslizamiento, no exceda de un valor admisible establecido a nivel de proyecto para la altura mínima obtenida en para esta situación.

Fig. 2. Primera situación real del caso de estudio. Rizo normal sin corte.

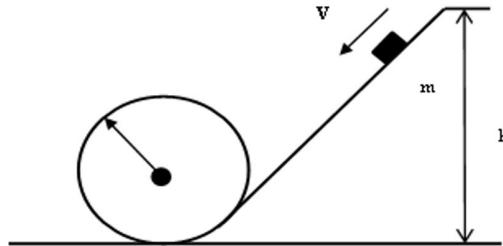
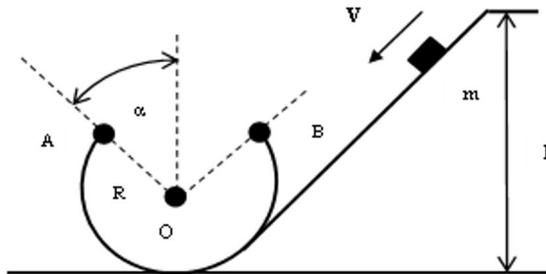


Fig. 3. Segunda situación real del caso de estudio. Rizo normal con un corte.



Tanto para la situación 1 como para la 2, los conceptos sustanciales que se presentan en la estructura cognitiva del estudiante en esta instancia son numerosos y corresponden a las asignaturas mencionadas. Entre los más relevantes se destacan los siguientes: fuerza, masa, aceleración, relaciones trigonométricas, descomposición de fuerzas, conservación de la energía y leyes de la dinámica. El estudiante identifica estos conceptos y va reflexionando acerca de la necesidad de vincularlos, pasando así al desarrollo de la siguiente etapa del proceso.

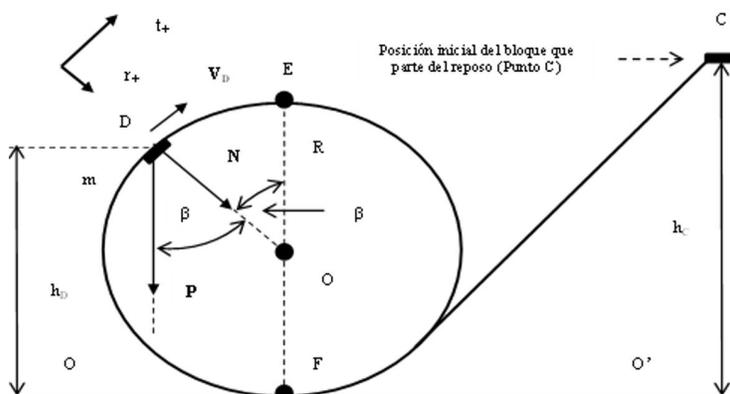
Etapa II: Construcción de un modelo conceptual del problema en la estructura cognitiva del estudiante.

A partir de esta etapa se plantea el caso para la situación 1 de rizo sin corte. En esta etapa el estudiante asocia los conceptos reconocidos en la etapa anterior y añade otros que le pueden ser de utilidad. Los procesos cognitivos vinculados a esta etapa consisten en la aplicación de leyes y teoremas. Las estrategias que mejor se ajustan son:

- 1) Articulación de los contenidos.
- 2) Procesamiento de la información teórica.
- 3) Articulación las diferentes ideas que surgen del proceso de análisis del problema.

Se implementan estas estrategias con experiencias en laboratorio transparencias que hace más ágil del proceso de instrucción. Asimismo, el estudiante incorpora al análisis del problema conceptos como el de aceleración centrípeta, balance de energía y el concepto de tiro parabólico para la situación 2 del rizo con corte. Estos conceptos se asocian con los identificados en la etapa I por medio del planteo del “diagrama de cuerpo en libertad” realizado para un punto D genérico de la trayectoria del bloque, como se puede observar en Fig. 4.

Fig. 4. Diagrama de Cuerpo Libre en un punto D genérico de la curva con $P = mg$ es el peso del cuerpo, N es la fuerza normal que el plano ejerce sobre el cuerpo y β es el ángulo entre P y N . Se observan las alturas h_C y h_D para el cálculo de las energías potenciales gravitatorias con respecto al plano de referencia $O - O'$.



En base a las 3 estrategias mencionadas, el estudiante identifica 2 fuerzas que actúan sobre el bloque en el punto genérico D que surgen del diagrama de cuerpo libre: la fuerza normal N dirigida por la normal a su superficie hasta el centro O del rizo y la fuerza peso P vertical hacia abajo; y β el ángulo entre ambos vectores.

Etapa III: Construcción del modelo matemático representativo del problema.

En esta etapa el estudiante diseña un modelo matemático ajustado a la situación real del problema que se plantea. Los procesos cognitivos que se implementan en esta etapa consisten en sintetizar e integrar los conceptos que se identificaron en las etapas anteriores. Las estrategias que se aplican son:

- 1) Estimular en el estudiante la tarea de reflexión e inferencia.
- 2) Estimular en el estudiante la tarea de asociación de conceptos.

Para realizar estas estrategias, se diseñan actividades tales como experiencias más avanzadas en laboratorio y la simulación de mecanismos haciendo uso del software apropiado. El estudiante exige su capacidad de abstracción por medio de un proceso mental que le permite sintetizar e integrar todos los conceptos identificados en las etapas I y II. Para esto, aplica 2 leyes claves para la obtención modelo matemático de la situación real:

- Leyes Newton de la Dinámica.
- Ley de Conservación de la Energía.

En base al cuerpo de conocimientos adquirido por el estudiante y las dos leyes mencionadas, se poseen las herramientas para confeccionar las ecuaciones que conforman el modelo matemático en cuestión. De la primera ley el estudiante infiere que es una ecuación vectorial (ecuación 1) y debe descomponer la misma en una dirección tangente al movimiento y otra normal (ecuaciones 2 y 3); siendo a_t y a_r las aceleraciones tangencial y radial respectivamente, y v_D la velocidad del bloque en el punto genérico D. El planteo de un nuevo diagrama de cuerpo libre como el de Fig. 5 facilita el planteo de estas ecuaciones. De la ecuación 3 se obtiene N (ecuación 4).

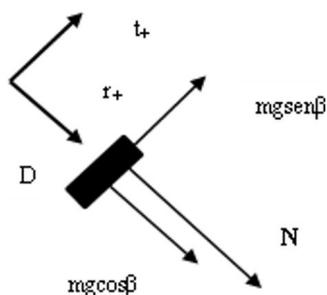
$$(1) \quad \vec{P} + \vec{N} = m \vec{a}$$

$$(2) \quad mg(\text{sen } \beta) = ma_t$$

$$(3) \quad mg(\cos \beta) + N = ma_r \Rightarrow mg(\cos \beta) + N = m \frac{v_D^2}{R}$$

$$(4) \quad N = mg \left(\frac{v_D^2}{gR} - \cos \beta \right)$$

Fig. 5. Diagrama de Cuerpo Libre en un punto D genérico de la curva donde la fuerza $P = mg$ ha sido descompuesta en la dirección radial ($r+$) y la dirección tangente a la superficie circular ($t+$).



En esta instancia de esta etapa el estudiante observa que la ecuación 2 no es utilizada en el proceso de resolución de caso de estudio, aunque la misma pone de

manifiesto una ley de causa – efecto en la dirección de movimiento del bloque. No obstante, es instructivo que observe que esta ecuación refleja la naturaleza del movimiento. En este sentido la a_t es causada por la componente del peso en la dirección tangente a la circunferencia ($mg\text{sen}\beta$); y como esta fuerza depende del ángulo β , también a_t depende de β . Si el estudiante analiza esta situación en función del tiempo observa que conforme el bloque va subiendo por el rizo disminuye β , por ende el $\text{sen}\beta$, la componente $mg\text{sen}\beta$ y a_t . Por lo tanto, es un movimiento circular desacelerado (no uniformemente variado), donde la velocidad v disminuye en el tiempo.

Hallar la velocidad en un punto genérico del rizo como el D (v_D) es importante para hallar N en la ecuación 4; lo cual requiere, por las razones expuestas, del cálculo integral. Por tal motivo, el estudiante emplea la ley de conservación de la energía mecánica en ausencia de fuerzas de carácter no conservativo, como las de rozamiento. Luego como la fuerza normal N con la que la superficie del rizo acciona sobre el bloque es perpendicular a la velocidad del mismo en todo punto (como el D), esta fuerza no realiza trabajo. De esta manera, la reserva total de energía mecánica entre 2 puntos cualesquiera queda invariable.

Con este esquema conceptual, el estudiante plantea el balance de energía mecánica entre el punto inicial más alto de la configuración (punto C en Fig. 4 que se corresponde con la altura h_C y desde donde el bloque parte del reposo) y un punto genérico (punto D en Fig. 4 que se corresponde con la altura h_D y donde el bloque está animado de una velocidad v_D).

De forma consecuente con este análisis, el estudiante asocia en su estructura cognitiva que la energía mecánica en un punto es la suma de energía potencial y cinética. En el contexto del presente caso, observa que en el punto C el bloque solo posee energía potencial gravitatoria y en D posee energía potencial gravitatoria. E esta manera, al efectuar el balance de energía mecánica entre los puntos C y D, y deduciendo de Fig. 4 que: $h_D = R + R\cos\beta \rightarrow h_D = R(1 + \cos\beta)$, obtiene la ecuación (5). Luego despeja v_D de ésta obteniendo la ecuación (6).

$$(5) \quad E_{MC} = E_{MD} \Rightarrow mgh_C = mgR(1 + \cos\beta) + \frac{mv_D^2}{2}$$

$$(6) \quad v_D^2 = 2gR\left(\frac{h_C}{R} - 1 - \cos\alpha\right)$$

Y sustituyendo esta última en la expresión (4) se obtiene para N la expresión (7):

$$(7) \quad N = mg\left(2\frac{h_C}{R} - 2 - 3\cos\beta\right)$$

Si el estudiante analiza esta expresión como función del ángulo β ($N(\beta)$), para un mismo R y h_C , infiere que la fuerza normal N con la que la superficie del rizo acciona sobre el bloque adquiere su valor máximo para $\beta = \pi$ ($\cos \pi = -1$); es decir, en el punto inferior del rizo (punto F de FIG. 4). Cabe señalar, a efectos de incorporar en el estudiante aspectos vinculados al diseño, que este valor máximo de N no debería superar un valor admisible (N_{ADM}) de fuerza normal estipulada por el diseñador. Este valor admisible puede depender del tipo de material y otros requisitos establecidos en el diseño del rizo. Estos aspectos el estudiante los sintetiza en la ecuación (8).

$$(8) \quad N_{MAX} = mg \left(2 \frac{h_C}{R} + 1 \right) \leq N_{ADM}$$

De la expresión (7) se infiere que N presenta un comportamiento monótonamente decreciente con el ángulo β ; con lo que su valor disminuye a medida que el bloque asciende por el rizo, llegando a su valor mínimo en el punto superior E de Fig. 4, al que corresponde $\beta = 0$ ($\cos \beta = 1$). Se obtiene la expresión (9):

$$(9) \quad N_{MIN} = mg \left(2 \frac{h_C}{R} - 5 \right)$$

Cuando el estudiante lleva a cabo un análisis físico de la expresión (9), si a partir de la misma establece que el bloque no se separa del rizo en el punto superior E de Fig. 4, significa que no se va a separar de él en ningún otro punto. En otras palabras, para un h_C dado el valor mínimo para N va a estar dado por la expresión (9). Ahora bien, si se desea obtener la altura inicial mínima (h_{CMIN}) a partir de la cual el bloque es capaz de llevar a cabo una vuelta completa sin separarse del rizo, esta se obtiene mediante la expresión (9) anulando N_{MIN} . Desde un punto de vista más fino, el estudiante concibe en su estructura cognitiva que N_{MIN} es función lineal de h_C ($N_{MIN}(h_C)$). Por lo que debe obtener el valor de la variable h_C que anula la función, es decir N_{MIN} (ecuación (10)).

$$(10) \quad h_{CMIN} = \frac{5}{2} R = 2,5R$$

El estudiante infiere que para un valor de h_C menor de $2,5R$ el bloque se desprende del rizo antes de llegar al punto superior E de Fig. 4, volando en tiro oblicuo bajo la acción de la gravedad. Para un valor de h_C mayor de $2,5R$ el bloque da la vuelta completa soportando en el punto superior E de Fig. 4 (es importante que no se pierda de vista este concepto, dado el N_{MIN} obtenido en la expresión (9) se obtuvo especializando la expresión (7) para $\beta = 0$ ($\cos \beta = 1$)) una fuerza normal $N_{MIN} > 0$ que el rizo ejerce sobre él.

Etapa IV: Resolución del modelo matemático y análisis crítico y discusión de los resultados obtenidos.

En esta etapa el estudiante resuelve el modelo matemático planteado en la etapa III. Los procesos cognitivos asociados a esta fase consisten en:

- Resolución del modelo matemático en función de los parámetros que establece el problema y con las herramientas matemáticas disponibles.
- Análisis crítico y discusión de los resultados obtenidos a partir del desarrollo del proceso 1.

En esta etapa del proceso de instrucción el estudiante desarrolla modelos mentales de la situación que analiza con una mayor flexibilidad cognitiva respecto a las etapas anteriores. Las estrategias que se adoptan consisten en técnicas de comunicación que activen formas de pensamiento cooperativo y el trabajo grupal; y se implementan actividades tales como el uso de software de matemática para agilizar los cálculos y el manejo de las funciones que se ajusten al caso, para que el estudiante se focalice en el análisis de los resultados.

En lo concerniente a la situación 1 del rizo sin corte, se asume a efectos prácticos que esta etapa el estudiante la ha ido cumplimentando en la etapa anterior, conforme ha ido obteniendo las expresiones en forma de razonamiento encadenado. De esta manera, la discusión y análisis crítico ha ido tomando forma en su estructura cognitiva al obtener expresiones N_{MAX} , N_{MIN} y h_{CMIN} . Para esta situación clásica del rizo sin corte, el estudiante atravesaría esta etapa IV dotando de valores numéricos al modelo para analizar los resultados encontrados.

En virtud de lo expuesto, los autores consideran que es importante profundizar en el caso de estudio proponiendo al estudiante el abordaje de la situación 2 del rizo con corte. Por razones de espacio para el desarrollo del presente trabajo, se hará referencia a aquellas cuestiones distintivas entre una situación y otra. En este sentido, las cuestiones de carácter conceptual referidas al proceso de instrucción son similares a la situación 1, al igual que también son válidas las ecuaciones (1) a (8) y el diagrama de cuerpo libre de Fig. 5 para un punto genérico del rizo. De esta manera, se adiciona para cada etapa los elementos que el estudiante debe incorporar en su estructura cognitiva, a los efectos de abordar en forma satisfactoria el análisis y modelado de la situación 2.

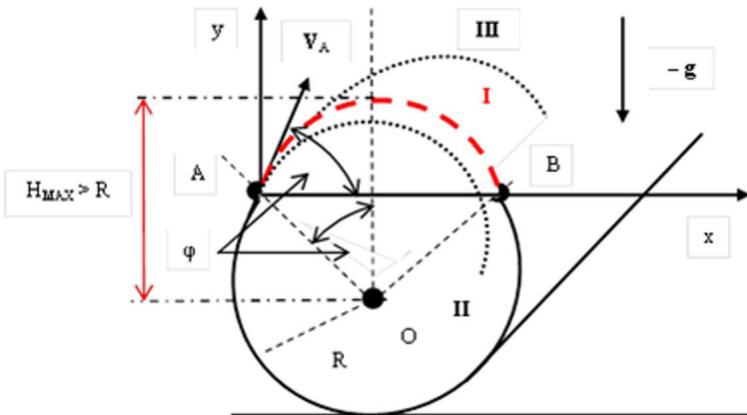
Etapa I: Incorporación de los conceptos base del domino del problema a la estructura cognitiva del estudiante.

El estudiante hace uso de la Fig. 3 de rizo con corte como modelo físico, a la vez que incorpora a su modelo mental los conceptos referidos a tiro parabólico, dado que así es como sale el bloque del punto A en Fig. 3. Los demás conceptos base del domino del problema le son de utilidad al estudiante para abordar esta situación.

Etapa II: Construcción de un modelo conceptual del problema en la estructura cognitiva del estudiante.

Cabe recordar que en este caso el rizo circular presenta un corte simétrico reflejado por el ángulo α que forma la línea que une el centro de la circunferencia con el punto A y la vertical que pasa por el centro, tal como se ve en Fig. 3. El desafío que se le presenta al estudiante en esta situación consiste en obtener la altura mínima desde la cual debe caer el bloque para que el mismo pueda volar en tiro oblicuo bajo el efecto de la fuerza de gravedad, llegando a la continuación del rizo en el punto B. En una instancia más avanzada, debe analizar cómo se relaciona esta altura con el ángulo que caracteriza al corte. Las características fundamentales del movimiento del bloque por el rizo con corte se ilustran con detalle en la Fig. 6.

Fig. 6. Movimiento del sólido por el rizo con corte entre los puntos A y B.



En lo que se refiere al modelo conceptual para esta situación 2, además de lo puntualizado para la situación 1 es preciso considerar la necesidad de colocar en forma adecuada el sistema de referencia $x - y$, el vector g vertical hacia abajo y en sentido contrario al eje $y+$ y las posibles trayectorias (I, II y III referidas en Fig. 6) que puede seguir el bloque luego de abandonar el rizo en el punto A. En línea con este análisis conceptual, el estudiante se percata de que debe obtener la relación entre la velocidad con la que el bloque debe abandonar el rizo en el punto A (o sea v_A), de tal manera que este respete la trayectoria parabólica I. En otros términos, que aterrice en el punto B como consecuencia de desarrollar esta trayectoria en tiro oblicuo. También es preciso que conecte estas consideraciones cinemáticas con las vinculadas al balance de energía y las leyes de la dinámica.

Etapa III: Construcción del modelo matemático representativo del problema.

Como ya se mencionó, en esta etapa el estudiante diseña un modelo matemático ajustado a la situación real del problema que se plantea, agregando los conceptos que son necesarios para esta situación 2. El elemento distintivo que detectó el estudiante con respecto a la situación anterior es el hecho de que el bloque sale en tiro parabólico; por lo tanto y atento a lo descrito en la Fig. 6, se plantean las ecuaciones horarias (11) y (12) que vinculan la posición del bloque según los ejes x e y con respecto al tiempo, respectivamente:

$$(11) \quad y(t) = v_A \operatorname{sen} \varphi t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$(12) \quad x(t) = v_A \operatorname{cos} \varphi t$$

Estas 2 ecuaciones completan el modelo matemático representativo de la situación 2.

Etapa IV: Resolución del modelo matemático y análisis crítico y discusión de los resultados obtenidos

El estudiante comienza sintetizando el primer proceso cognitivo asociado a esta etapa: Resolución del modelo matemático. La dependencia de las posiciones x e y con respecto al tiempo que proporcionan las ecuaciones (11) y (12), le permiten al estudiante inferir 2 condiciones que se deben cumplir en forma simultánea, a saber: el estudiante identifica que en el mismo instante t_B en que el bloque alcanza el punto B, la coordenada en x de posición del bloque toma el valor $2R$ y la coordenada en y es nula. Este hecho queda expresado por medio de las ecuaciones (13) y (14), que constituyen lo que se denomina “condiciones de borde” para esta situación.

$$(13) \quad 0 = v_A \operatorname{sen} \varphi t_B - \frac{1}{2} g t_B^2$$

$$(14) \quad 2R \operatorname{sen} \varphi = v_A \operatorname{cos} \varphi t_B$$

Despejando t_B de la ecuación (13) y reemplazando en la (14) se obtiene para v_A la expresión (15):

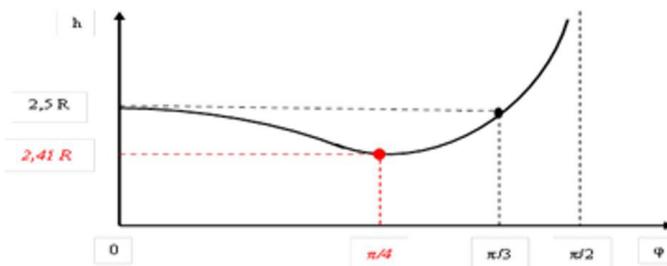
$$(15) \quad v_A^2 = \frac{gR}{\operatorname{cos} \varphi}$$

Este es el valor de velocidad con que el bloque debe abandonar el rizo con corte en el punto genérico A para que aterrice “exactamente” en el punto simétrico B, del otro lado del rizo. Para obtener la altura h_C de Fig. 4 (en este caso para el rizo con corte) en función del ángulo de corte φ , es preciso igualar las dos expresiones (6 y 15) evaluadas en un punto genérico, sustituyendo el ángulo α por φ en la expresión (6). Se obtiene la expresión (16).

$$(16) \quad h_c(\varphi) = R \left[1 + \cos\varphi + \frac{1}{(2\cos\varphi)} \right]$$

Tomar el punto D o el A para el análisis de cuerpo libre y balance de energía (D para el rizo sin corte y A con corte), no influye en la obtención de las expresiones (6) y (15). Es importante señalar que la expresión (6) fue obtenida a partir de consideraciones energéticas y la expresión (15) a partir de consideraciones cinemáticas. La expresión (16) proporciona la altura h_C con la cual el bloque vence el rizo con corte atendiendo; tanto a las condiciones de borde (13) y (14), como al balance de energía que brinda la expresión (6). La expresión (16) no conforma el modelo matemático obtenido en la etapa III, sino que es consecuencia del trabajo del estudiante con las ecuaciones del mismo. Con la idea de adentrarse en la fase de diseño el estudiante explora la expresión (16) y detecta que para un radio R del rizo, existe una dependencia funcional entre la altura h_C y el ángulo de corte φ conforme a (16). En esta línea de análisis, el estudiante considera sustancial abordar la representación funcional $h_C(\varphi)$ obteniendo la curva de Fig. 7 con los valores que presenta la misma.

Fig. 7. Variación de la altura inicial h con el ángulo de corte del rizo φ .



Con estos elementos, el estudiante continúa con la síntesis del segundo proceso cognitivo asociado a esta etapa: Análisis crítico y discusión de los resultados obtenidos. El estudiante analiza los siguientes factores:

- Conforme a especificaciones de diseño se debe cumplir que $N_{MAX} \leq N_{ADM}$; el estudiante debe prestar suma atención a esta condición, dado que si se diese el caso de que $N_{MAX} > N_{ADM}$, entonces puede que también deba ajustarse el valor de h_C en la expresión (8) para que N_{MAX} sea a lo sumo igual al valor N_{ADM} en el punto inferior F del rizo en Fig.4. Este análisis es válido para ambas situaciones 1 y 2 (rizo sin corte y con corte).
- El estudiante lleva a cabo un análisis conjunto de la expresión (16) y su correspondiente representación gráfica de Fig. 7. Cabe señalar que si bien el

estudio y análisis de esta función $hC(\varphi)$ el estudiante lo pudo haber realizado en el proceso cognitivo anterior correspondiente a Resolución del modelo matemático; los autores se permiten suponer una pequeña alteración en el orden del desarrollo. En este sentido, se puede colocar la función en software apropiado y así obtener puntos de interés (intersección con ejes, extremos relativos y puntos de inflexión, entre otros), o también que el estudiante proceda a resolver en forma manual.

- Teniendo en cuenta de que para cada valor de φ entre 0 y $\pi/2$ se obtiene una altura inicial hC desde la cual se deja caer el bloque conforme a la expresión (16), se obtienen las siguientes conclusiones de interés:
 - 1) En caso de que se elija un valor de hC igual al que proporciona la expresión (16), y suponiendo que el bloque llega el punto A de Fig. 6, este desarrollará una trayectoria parabólica como la I en esa figura. Así el bloque aterriza en el punto B del rizo; y dada la simetría de la ubicación de los puntos A y B, el bloque alcanza el punto B con una velocidad dirigida por la tangente a la circunferencia (el estudiante puede demostrar este hecho a partir del cálculo diferencial, comprobando que la pendiente a la ecuación de la trayectoria I en el punto B es igual a la pendiente de la circunferencia en dicho punto).
 - 2) En caso de que se elija un valor de hC menor que el proporciona la expresión (16), e inclusive suponiendo que el bloque alcanza el punto A de Fig. 6, este desarrollará una trayectoria parabólica como la II en esa figura. En consecuencia, el bloque pega contra el rizo debajo del punto B.
 - 3) En caso de que se elija un valor de hC mayor que el proporciona la expresión (16), el bloque abandona el rizo a través del corte desarrollando una trayectoria parabólica como la III, que se ilustra en Fig. 6.
 - 4) Otra conclusión importante que se infiere de la expresión (16), es que para $\varphi = 0$ (situación 1 de rizo sin corte) $hC = 2,5R$. Este valor coincide con la altura inicial mínima de ecuación (10) de rizo cerrado.
 - 5) Del análisis de la función $hC(\varphi)$ de la expresión (16) representada en la gráfica de Fig. 7, el estudiante calcula que esta función presenta un mínimo en $\varphi = \pi/4$, al cual le corresponde un $hC_{MIN} = 2,41R$. Lo que significa que para un rizo con un radio R y un corte de $\varphi = \pi/4$, la altura inicial mínima desde la cual se debe dejar caer al bloque para

que llegue al punto A y alcance el punto B, es de $h_{\text{CMIN}} = 2,41R$. Asimismo, si con un ángulo de corte $\varphi = \pi/4$ se adoptara una h_C menor que $2,41R$, entonces el bloque no llega al punto A de Fig. 6 y desarrollaría una trayectoria como la II en dicha figura.

- 6) El estudiante asocia en esta instancia, de que este valor de $h_{\text{CMIN}} = 2,41R$ (si se adoptara en el diseño) debe sustituirse en la expresión (8), a los efectos de verificar la condición de que $N_{\text{MAX}} \leq N_{\text{ADM}}$.
 - 7) En lo que se refiere al comportamiento global de la función $h_C(\varphi)$ de la expresión (16), se observa que la misma decrece en el intervalo $[0, \pi/4]$ hasta llegar a su mínimo en $\varphi = \pi/4$. A partir de este punto la función comienza a crecer, observando que para un rizo con un ángulo de corte de $\varphi = \pi/3$ se verifica que $h_C = 2,5R$, que es el valor de altura inicial mínima para la situación 1 de rizo sin corte. Luego se observa que la altura inicial h_C tiende al infinito conforme $\varphi \rightarrow \pi/2$.
 - 8) De este último punto el estudiante deduce que para ángulos de corte en el intervalo $\pi/4 < \varphi < \pi/3$, la altura inicial que se necesita para que el bloque pase del punto A del rizo al punto B de Fig. 6 está en el intervalo $2,41R < h_C < 2,5R$. Es decir, que h_C es menor que la altura mínima de rizo sin corte.
- Una última consideración que se le puede plantear al estudiante en esta instancia, consiste en verificar que la altura máxima que alcanza el bloque cuando desarrolla la trayectoria parabólica I mostrada en Fig. 6 siempre está por arriba de la continuación de la circunferencia que representa al rizo. Operando con las ecuaciones horarias de tiro parabólico se obtiene la expresión (17) para la altura máxima (y_{MAX}):

$$(17) \quad y_{\text{MAX}} = \frac{v_A^2 \text{sen}^2 \varphi}{2g}$$

Y sustituyendo en esta expresión v_A^2 de la ecuación (12) se obtiene para y_{MAX} la expresión (18):

$$(18) \quad y_{\text{MAX}} = \frac{R \text{sen}^2 \varphi}{2g \cos \varphi}$$

Se obtiene así la expresión (19) para H_{MAX} (altura máxima de la trayectoria 1 en Fig. 6 y medida desde el centro O de la circunferencia); expresión esta que es mayor que R para todo intervalo $0 < \varphi < \pi/2$.

$$(19) \quad H_{\text{MAX}} = R \cos \varphi + \frac{R \text{sen}^2 \varphi}{2g \cos \varphi} \Rightarrow H_{\text{MAX}} = \frac{R}{2} \left[\cos \varphi + \frac{1}{\cos \varphi} \right]$$

4 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Teniendo en cuenta que el presente proyecto se encuentra en pleno desarrollo, tanto las conclusiones como los futuros lineamientos a considerar son de carácter parcial.

Respecto a las conclusiones:

- El desarrollo del proceso de instrucción en etapas, se adapta al estadio del desarrollo cognitivo que posee el estudiante.
- Se observa un ligero incremento de la maduración cognitiva de los estudiantes cuando logran comprender el significado de las expresiones analíticas obtenidas.
- Se observa un incremento en el nivel de motivación de los estudiantes cuando analizan situaciones que se corresponden con actividades vinculadas al diseño.
- Se observa que ciertos estudiantes intentan superarse para ubicarse en niveles cognitivos similares a otros que se encuentran en un nivel mayor.

Respecto a las actividades futuras:

- Potenciar el grado de interacción con asignaturas del ciclo básico, logrando así una instrucción más integral.
- Actualmente, está en desarrollo una V etapa cuyo objetivo consiste en la elaboración de una base de casos de análisis, los cuales no se almacenan como entidades aisladas, sino que se relacionan y se integran dando lugar a la conformación de ciertos “patrones” de análisis.
- Promover una mayor articulación con los ciclos superiores para realizar un seguimiento adecuado del proceso en dichos ciclos.
- Incorporar casos con espíritu crítico y analítico de manera gradual en el curso de ingreso/nivelación a la facultad de ingeniería.

REFERENCIAS

Hossian Alejandro. Sistema de Asistencia para la Selección de Estrategias Instruccionales. Tesis de Maestría no publicada. Tesis de Magíster en Ingeniería del Software. Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Universidad Politécnica de Madrid. España. (2003).

Gagné R. M., Briggs L. J. & Wager W. W., Principles of Instructional Design., Ed. Wadsworth/Thomson Learning. Belmont, CA. USA., 1992.

Adler, M. The Paedeia proposal: An Educationmanifesto., Ed. Nueva York: Mc Millan., 1982.

Merrill, M. D., Instructional Transaction Theory: Instructional Design Based on Knowledge Objects., Ed. Educational Technology, 36, 30-37., 1996.

Hossian Alejandro A., Cejas Lilian., Una propuesta de diseño instruccional para su aplicación en carreras de ingeniería. Un caso de estudio en asignaturas del ciclo básico. Jornada de enseñanza de la ingeniería. Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires. 2011.

Reigeluth, Charles. M. Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory., Ed. Lawrence Erlbaum Associates., 1999.

Jonassen, D. H. Certainty, Determinism and Predictability in Theories of Instructional Design: Lessons from Science., Ed. Educational Technology., 1997.

Perkins, D. N. Smart schools: Better thinking and learning for every child., Ed. Nueva York: The Free Press., 1992.

Ausubel, D. P. Psicología Educativa., Un punto de vista cognoscitivo., 2° Edición., Ed. Trillas., México., 1983.

Schuel, T. J., Cognitive Conceptions of Learning., Ed. Review of Educational Research., Vol 56 (4) pp. 411-436., 1996

Bútikov, M., Bíkov, A. & Kondrátiev, A., Física en ejemplos y problemas., Ed. Mir., Moscú., 1991.

Alexander C., A Timeless Way of Building., Ed. Oxford University Press., 1999.

SOBRE O ORGANIZADOR

Xosé Somoza Medina (1969, Ourense, España) Licenciado con Grado y premio extraordinario en Geografía e Historia por la Universidad de Santiago de Compostela (1994). Doctor en Geografía e Historia por la misma universidad (2001) y premio extraordinario de doctorado por su Tesis “Desarrollo urbano en Ourense 1895-2000”. Profesor Titular en la Universidad de León, donde imparte clases desde 1997. En la Universidad de León fue Director del Departamento de Geografía entre 2004 y 2008 y Director Académico de la Escuela de Turismo entre 2005 y 2008. Entre 2008 y 2009 ejerció como Director del Centro de Innovación y Servicios de la Xunta de Galicia en Ferrol. Entre 2007 y 2009 fue vocal del comité “Monitoring cities of tomorrow” de la Unión Geográfica Internacional. En 2012 fue Director General de Rehabilitación Urbana del Ayuntamiento de Ourense y ha sido vocal del Consejo Rector del Instituto Ourenseño de Desarrollo Local entre 2011 y 2015. Ha participado en diversos proyectos y contratos de investigación, en algunos de ellos como investigador principal, con temática relacionada con la planificación urbana, la ordenación del territorio, las nuevas tecnologías de la información geográfica, el turismo o las cuestiones demográficas. Autor de más de 100 publicaciones relacionadas con sus líneas de investigación preferentes: urbanismo, turismo, gobernanza, desarrollo, demografía, globalización y ordenación del territorio. Sus contribuciones científicas más importantes se refieren a la geografía urbana de las ciudades medias, la crisis del medio rural y sus posibilidades de desarrollo, la evolución del turismo cultural como generador de transformaciones territoriales y más recientemente las posibilidades de reindustrialización de Europa ante una nueva etapa posglobalización. Ha participado como docente en masters y cursos de especialización universitaria en Brasil, Bolivia, Colombia, Paraguay y Venezuela y como docente invitado en la convocatoria Erasmus en universidades de Bulgaria (Sofía), Rumanía (Bucarest) y Portugal (Porto, Guimarães, Coimbra, Aveiro y Lisboa). Ha sido evaluador de proyectos de investigación en la Agencia Estatal de Investigación de España y en la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Como experto europeo en Geografía ha participado en reuniones de la Comisión Europea en Italia y Bélgica. Impulsor y primer coordinador del proyecto europeo URBACT, “come Ourense”, dentro del Programa de la Unión Europea “Sostenibilidad alimentaria en comunidades urbanas” (2012-2014). Dentro de la experiencia en organización de actividades de I+D+i se pueden destacar la organización de diferentes reuniones científicas desarrolladas dentro de la Asociación de Geógrafos Españoles (en 2002, 2004, 2012 y 2018).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimiento energético 158

Agricultura 1, 2, 3, 4, 6, 9, 16, 52, 226, 276

Agua 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 35, 66, 72, 83, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 97, 99, 100, 101, 152, 153, 154, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 175, 179, 180, 208, 209, 281, 282, 283

ANN 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 37

Arqueología 149, 151, 156, 157

Arsénico 207, 208, 209, 210, 213, 214, 215

B

Bioenergía 158, 164

Biogás 84, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Biomasa 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 64, 83, 84, 158, 266, 269, 271, 277, 278

C

Cauce 1, 5, 6, 7, 11, 15, 16, 17

Caudal mínimo 1, 10, 28

Cementos alternativos 174

Ciudad igualitaria 125, 126, 127, 144

Coahuila 1, 2, 3, 5, 7, 14, 18, 38

Comarca Lagunera 1, 2, 3, 4, 6, 15, 16, 17, 18

Conservación 2, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 64, 74, 75, 77, 78, 90, 91, 92, 232, 234, 235

COVID-19 86, 102, 103, 113, 114, 288, 289, 290, 291, 308, 309, 311

Cuenca 1, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 27, 154

Cultura ambiental 65, 74, 75, 78

D

Daucus carota 207, 208, 209, 213, 215

Dendroenergía 265

Densidad anhidra 279, 283, 284, 285

Densidad básica 279, 283, 284, 285

Densidad de la pared celular 279, 281, 282, 283, 284, 285, 286

Derechos 1, 2, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 90, 128, 130

Desarrollo cognitivo 228, 243
Desarrollo de competencias 89, 95
Desarrollo local 80
Difusión 77, 86, 207, 209, 213, 214
DIN EN ISO 13849 245, 262
Diseño de productos 65
Diterpenoids 216, 218, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227
Durango 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 296, 311
DWSIM 288, 289, 290, 292, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310

E

Economía 4, 64, 66, 69, 73, 80, 82, 91, 151, 158, 170, 174, 176, 177, 178, 179, 181, 276
Economía circular 66, 69, 73, 158, 174, 176, 177, 178, 179, 181
Ecosistema 1, 2, 4, 9, 10, 12, 16, 80, 81
Educación 15, 18, 65, 67, 80, 83, 85, 87, 88, 90, 93, 97, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 113, 114, 124, 125, 135, 137, 145, 289, 309, 310, 311
E-learning 102, 103, 107, 113, 114
Electrochemical etching 185, 186, 196, 197
Emprendedorismo 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88
Endophytic bacteria 39
Energía 21, 72, 80, 81, 84, 85, 88, 158, 159, 160, 162, 165, 166, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 179, 180, 228, 232, 233, 234, 235, 238, 240, 266, 278
Energías renovables 67, 80, 81, 83, 85, 88, 159, 160
Espacio 50, 53, 86, 103, 104, 108, 137, 140, 141, 142, 143, 147, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 237
España 18, 87, 88, 112, 125, 127, 128, 131, 135, 136, 139, 140, 144, 146, 147, 156, 164, 173, 243, 279

F

Failure Mode and Effects Analysis 245, 262
Feminismo en la ciudad 125
FMEA 245, 246, 249, 250, 253, 254, 255, 257, 259, 260, 261, 262, 263
Fuerza de trabajo 115, 120
Functional foods 199

G

Gas sensors 185, 186, 189

Geopolímeros 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Gestión 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 66, 74, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 99, 100, 101, 108, 114, 125, 136, 145, 159, 178, 311

Gestión educativa 89

Grado de terneza 207, 209, 211, 212

H

Híbrido 19, 21, 26, 30, 33, 34, 264, 267, 270, 271, 278

Historia 18, 125, 126, 147, 149, 151, 155, 156, 157

Hydrocarbons 39, 43, 45, 48

I

Instrucción 228, 229, 230, 231, 233, 237, 243

L

Laguna 1, 3, 4, 7, 18, 48, 73

Lepidoptera 216, 217, 225, 226, 227

Lethal and sublethal effects 216, 225, 227

Líneas de producción 115, 118, 121, 122, 123

M

Macroporous silicon 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 196, 197

Materiales inteligentes 174, 181

Mathematical modeling 199, 201, 202

Medio ambiente 1, 2, 4, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 64, 73, 78, 79, 81, 85, 88, 90, 132, 133, 134, 159, 163, 174, 181

Métodos de trabajo 115, 118, 121, 122, 123

Mezquite 65, 66, 67, 68, 69, 73

Mid Infrared 185, 190, 197

Mineralization 39, 40, 43, 47, 208

Modelo matemático 22, 228, 231, 233, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241

Modelos de simulación 115, 116, 124

Municipio 4, 6, 66, 74, 75, 76, 77, 135, 138, 158, 160, 161

O

Olives 198, 199, 200, 201, 202, 203, 205, 206

P

Perspectiva de género 125, 126, 127, 130, 131, 132, 134, 136, 138, 143, 144, 145, 146, 147

Plants 38, 39, 41, 47, 216, 217, 227, 265, 277, 292, 300

Poda 65, 66, 67, 68, 264, 265, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275

Porosidad 180, 279, 281, 283, 284, 285, 286

Potassium chloride 199, 200, 201, 205

Presa 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 18

Process simulation 288, 290, 291, 292, 293, 299, 300, 301, 302, 306, 308

Profesionalización en el sector hídrico 89

Programa 10, 19, 54, 63, 66, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 89, 91, 92, 95, 97, 98, 99, 103, 116, 137, 140, 161, 268, 276, 283

Pronóstico a corto plazo 19

Propiedad física 279

Purificación 164, 169

R

Recepa 264, 265, 269, 275

Remediación ambiental 174

Remote emergency teaching 288

Rendimiento escolar 102, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114

Residuos sólidos 65, 158, 159, 160, 163

Residuos sólidos urbanos 158, 159, 160, 163

Riego 1, 3, 4, 5, 7, 13

Río 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 30, 34, 150, 152, 218, 226

Río Amazonas 19, 21, 27, 28, 30, 34

S

Safety Function-FMEA 245

Secuestro de carbono 51, 52, 59

Sendero 149, 150, 151, 153, 154, 155

Servicio ambiental 51, 52, 60, 61

Siloxanos 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Silvicultura 265
Sistema agroforestal 51, 61, 62, 64
Soil 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 51
Sticherus quadripartitus 216, 217, 218

T

Tecnologías 4, 82, 107, 140, 158, 159, 164, 166, 167, 173, 180, 312
Teorías prescriptivas 228
Tiempo de cocción 207, 209, 211, 212, 214
Tierra 1, 51, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 154, 156
Transformación 65, 137, 138, 149, 152, 158, 281, 309
Transformada wavelet 19, 21, 24, 30

U

Urbanismo no sexista 125

V

Vertederos 158, 160, 164, 165, 167, 171, 173

Y

YouTube channel 288, 290, 299, 300, 302, 304, 306, 310