



Transformar para **Educar**

Ambientes de aprendizaje
naturalmente críticos

ADELA DE CASTRO
EULISES DOMÍNGUEZ MERLANO
Compiladores

5

TRANSFORMAR PARA EDUCAR 5

AMBIENTES DE APRENDIZAJE NATURALMENTE CRÍTICOS

TRANSFORMAR PARA EDUCAR 5

AMBIENTES DE APRENDIZAJE NATURALMENTE CRÍTICOS

ADELA DE CASTRO
EULISES DOMÍNGUEZ MERLANO
COMPILADORES

KEN BAIN • DICK GUERRA FLOREZ • JOSÉ DANIEL SOTO ORTIZ • LESME ANTONIO CORREDOR MARTÍNEZ •
KARLA JUDITH DE LA HOZ DEL VILLAR • JUAN PABLO TELLO PORTILLO • JAVIER MAURICIO KLEBER ESPINOSA •
CARLOS ALBEIRO PACHECO BUSTOS • CARLOS JULIO ARDILA HERNÁNDEZ • AUGUSTO SALAZAR SILVA •
PEDRO WIGHTMAN ROJAS • ANDRÉS ENRIQUE FERNÁNDEZ MUNÁRRIZ • KATHERIN PAOLA LUGO HIDROBO •
GUSTAVO ADOLFO ESPITIA • NELSON ESTEBAN RUIZ MARTÍNEZ • KATHERINE SOFÍA PALACIO SALGAR •
MILDRED DOMÍNGUEZ SANTIAGO • KARLA VANESSA RICAURTE VILLALOBOS • ANDREA CAROLINA DÁES COLÓN



© Universidad del Norte, 2019

Transformar para educar 5 : ambientes de aprendizaje naturalmente críticos /
Adela de Castro, Eulises Domínguez Merlano, Compiladores ; Ken Bain [y otros].
Barranquilla, Colombia : Editorial Universidad del Norte, 2018.

229 p. : il. ; 24 cm.

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-789-044-0

1. Educación superior--Innovaciones tecnológicas. 2. Ingeniería--Innovaciones
educativas. I. Castro de Castro, Adela de, comp. II. Domínguez Merlano, Eulises,
comp. III. Bain, Ken. IV. Tít.

(371.334 T772 ed. 23) (CO-BrUNB))



Vigilada Mineducación

www.uninorte.edu.co

Km 5, vía a Puerto Colombia, A.A. 1569

Área metropolitana de Barranquilla (Colombia)

© Universidad del Norte, 2019

Adela de Castro, Eulises Domínguez Merlano (Compiladores).

Ken Bain, Dick Guerra Florez, José Daniel Soto Ortiz, Lesme Antonio Corredor Martínez, Karla
Judith de la Hoz del Villar, Juan Pablo Tello Portillo, Javier Mauricio Kleber Espinosa, Carlos
Albeiro Pacheco Bustos, Carlos Julio Ardila Hernández, Augusto Salazar Silva,

Pedro Wightman Rojas, Andrés Enrique Fernández Munárriz, Katherin Paola Lugo Hidrobo,

Gustavo Adolfo Espitia, Nelson Esteban Ruiz Martínez, Katherine Sofía Palacio Salgar,

Mildred Domínguez Santiago, Karla Vanessa Ricaurte Villalobos, Andrea Carolina Dáes Colón.

Coordinación editorial

Zoila Sotomayor O.

Asistente Coordinación editorial

María Margarita Mendoza M.

Diseño y diagramación

Álvaro Carrillo Barraza

Homologación de artes

Munir Kharfan de los Reyes

Revisión de textos

Eduardo Franco

Equipo Editorial CEDU

Asistente de edición

Catalina Suarez

Diseñador de portadas

Victor Leyva S.

Fotografía y vídeos

Centro para la Excelencia Docente - CEDU

Montaje Ebook

Mario Gómez y Aldair Zapata

Hecho en Colombia

© Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio reprográfico, fónico o informático así como su transmisión por cualquier medio mecánico o electrónico, fotocopias, microfilm, *offset*, mimeográfico u otros sin autorización previa y escrita de los titulares del *copyright*. La violación de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

CONTENIDO

Introduction

**FOSTERING DEEP LEARNING AND ADAPTIVE EXPERTISE WITH NATURAL
CRITICAL LEARNING ENVIRONMENTS (NCLE) 1**

Ken Bain

Introducción

**FOMENTAR EL APRENDIZAJE PROFUNDO Y LA CAPACIDAD
DE ADAPTACIÓN CON AMBIENTES DE APRENDIZAJE 11**
NATURALMENTE CRÍTICOS

Ken Bain

Traducido por José Fernando Gallego Nicholls

CAPÍTULO 1

**ENFOQUES DE APRENDIZAJE, ACTITUDES Y
EXPECTATIVAS HACIA LA INGENIERÍA EN
CURSOS DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA. 22**

Adela de Castro

José Daniel Soto Ortiz

Dick Guerra Florez

INTRODUCCIÓN	23
1. ANTECEDENTES	23
2. REVISIÓN DE LITERATURA	25
3. OBJETIVOS	31
4. METODOLOGÍA.	32
5. RESULTADOS	36
CONCLUSIONES.	50
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54

CAPÍTULO 2
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA MECÁNICA:
CÓMO LLEGAN LOS DE PRIMER INGRESO..... 57

Lesmes Antonio Corredor Martínez

Karla Judith de la Hoz del Villar

INTRODUCCIÓN	58
1. ANTECEDENTES	59
2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN PROPUESTA.....	59
3. REVISIÓN DE LITERATURA	60
4. OBJETIVOS	63
5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA	64
6. RESULTADOS	67
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	76
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	82

CAPÍTULO 3
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN LA
ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA 85

Juan Pablo Tello Portillo

Javier Mauricio Kleber Espinosa

INTRODUCCIÓN	86
1. ANTECEDENTES	87
2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN PROPUESTA.....	88
3. REVISIÓN DE LITERATURA	89
4. OBJETIVOS	96
5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA	96
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	99
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS	104
ANEXOS.....	107

CAPÍTULO 4
UNA EXPERIENCIA INNOVADORA Y DIFERENTE PARA
APRENDER INGENIERÍA APLICADA A LA ASIGNATURA
DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA CIVIL 108

Carlos Albeiro Pacheco Bustos

Nathaly Sofía Daza Morales

INTRODUCCIÓN	109
1. ANTECEDENTES	110
2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN PROPUESTA.....	110
3. REVISIÓN DE LITERATURA	111
4. OBJETIVOS	117

5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA	118
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	122
CONCLUSIONES.	131
RECOMENDACIONES	132
REFERENCIAS	132

CAPÍTULO 5
IMPACTO DEL CAMBIO CURRICULAR Y METODOLÓGICO EN LA MOTIVACIÓN Y AUTOEFICACIA DE LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE SISTEMAS 134

Carlos Ardila, Augusto Salazar, Pedro Wightman
Andrés Fernández, Katherin Lugo

INTRODUCCIÓN	135
1. ANTECEDENTES QUE DIERON ORIGEN A LA PROPUESTA	136
2. REVISIÓN DE LITERATURA	138
3. OBJETIVOS	141
4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA	141
5. RESULTADOS	146
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	153
CONCLUSIONES.	154
RECOMENDACIONES	155
REFERENCIAS	156

CAPÍTULO 6
AUTOEFICACIA Y PENSAMIENTO CREATIVO EN LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL 159

Katherine Palacio Salgar, Mildred Domínguez Santiago
Karla Vanessa Ricaurte Villalobos, Andrea Carolina Dáez Colón

INTRODUCCIÓN	160
1. ¿QUÉ PASABA ANTES?	161
2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN	163
3. REVISIÓN DE LA LITERATURA.	164
4. OBJETIVOS	167
5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA	168
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	173
CONCLUSIONES.	178
RECOMENDACIONES	180
REFERENCIAS	181

CAPÍTULO 7
EXPERIENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DE AMBIENTES DE APRENDIZAJE NATURALMENTE CRÍTICOS EN LA ASIGNATURA INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA ELÉCTRICA..... 183

*Gustavo Adolfo Espitia Pantoja, José Daniel Soto,
Nelson Esteban Ruiz Martínez*

INTRODUCCIÓN	184
1. ANTECEDENTES	185
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	187
3. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA.....	188
4. OBJETIVOS	190
5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA	190
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	194
CONCLUSIONES.....	198
RECOMENDACIONES	199
REFERENCIAS	200

CAPÍTULO 8
ENFOQUES DE ENSEÑANZA Y CREENCIAS EPISTEMOLÓGICAS DE PROFESORES DE LA ASIGNATURA INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA: UN ANÁLISIS CRÍTICO..... 201

*Adela de Castro, Dick Guerra Flórez
José Daniel Soto Ortiz, Eulises Domínguez Merlano*

INTRODUCCIÓN	202
1. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	202
2. METODOLOGÍA.....	206
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	209
CONCLUSIONES.....	220
RECOMENDACIONES	221
REFERENCIAS	222

AUTORES.....225

INTRODUCTION

FOSTERING DEEP LEARNING AND ADAPTIVE EXPERTISE WITH NATURAL CRITICAL LEARNING ENVIRONMENTS (NCLE)

Ph.D. Ken Bain

Think for a moment about the goals of engineering education. We want to produce good engineers, people who can take a problem, think like an engineer and come up with the best solutions. We want to produce what the literature calls “adaptive experts,” not just routine ones. In other words, we hope our students will be able to do more than simply solve easy and routine problems that have well-established solutions. In our most ambitious goals, we’d like for our graduates to take on the unusual and tough challenges that require imagination and invention.

Of course we want them to know all of the common routines, the way to do something that engineers do every day. But we also want them to recognize and even relish the opportunity and necessity to invent. Our world is full of new challenges that require adaptation. Living in a world with such a delicate balance between progress and disaster, we need engineers who can think broadly, not just about ways

to solve a current problem, but can weigh the consequences—both immediate and long-term—of those solutions. Some of the problems they will face as engineers have arisen because earlier generations didn't consider all of the implications of their work.

How can we cultivate such adaptive experts?

To answer that question we must understand how people learn.

Cognitive scientists tell us that humans use what they see, hear, smell, taste, and feel to build models of reality. Then they use those models to understand any new sensory signals. The models people build in their minds have a strong influence on how they understand the world, and how they try to solve problems, engineering or otherwise.

In other words, when human beings learn, we construct our own sense of reality. We begin that process in the crib where we encounter a barrage of sensory input coming at us through our five senses. Since we are not born with dictionaries in our diapers, we have to make sense of all that data streaming into our brains. We do so by connecting one input to another, testing and confirming these causal linkages, and building sophisticated mental models as a result.

We also begin to use those constructed paradigms to understand new sensory input, and we continue doing that for the rest of our lives. Before you enter a room for the first time, you already have a model of something called floors, ceilings, walls, and furniture, and you use all of those constructed models in your mind to understand the sensory input you receive from “seeing” things. You understand the room, not just in terms of the light waves hitting your retina, but also from the previously constructed mental models you brought with you.

That ability, that habit, of understanding something new in terms of some model we already have in our minds proves to be enormously useful as we navigate the world. But it also creates—as good teachers realize—one of our greatest challenges as educators and learners. Often we want our students to build new models of reality, or at minimum to question some of their existing ones. In the humanities, we often say, educated people are able to realize the problems they face in believing whatever they may believe. In the sciences, we say that learners, when confronted by overwhelming data, should abandon old models and adopt new ones consistent with the data. Either way, we are expecting our students to engage in what might be

regarded as an unnatural act. While their natural tendency is to understand the new in terms of the old, we are asking them to build completely new models of reality, or question old ones. Most students don't do that very well, or very easily.

The problem to which I refer is well illustrated by a story I told in the second chapter of *What the Best College Teachers Do* (Bain, 2004). Some years ago, two physicists at Arizona State University asked themselves if their introductory physics class typically changed the way students think about motion. To find out, these two scientists devised an instrument—the Force Concept Inventory (FCI)—to measure students' conception of motion and administered that instrument to several hundred people coming into an introductory course. On the front end, they discovered that most students came into the course with what might be described as an Aristotelean view of motion. It wasn't a nonsensical belief, but it wasn't the way modern physics thought about motion either—not since Newton, let alone Feynman.

But that's before the students took the course. Some months after the term ended, they brought the students back and gave them exactly the same instrument to see how much change had taken place in their basic concepts of motion. Guess what? Virtually none. Even more disturbing, the degree of change didn't seem to be related to the grades that the students had made. Both the best students and the mediocre ones brought their Aristotelean views of motion to the class and both groups simply wrapped all of the sensory input they received around their existing models—the textbooks they read, the lectures they heard, the experiments they performed in the lab—and those models did not change. Many of the “best” students were simply better at memorizing formulae and plugging the right number into the equation, but in terms of conceptual understanding, the FCI data suggested that they were probably no better off than their mediocre colleagues.

1. WHAT HAPPENS IN SCHOOL

From lots of experience—and from considerable research into university students—professors have long understood that not all of the people in their classes have the same motivations. They don't even possess the same intentions. Some students will predominantly take a surface approach. That is, they will try simply to pass the course. These people will stress remembering correct answers they can provide on examinations. School has little sustained and substantial influence on the way they will subsequently think, act, or even feel.

A second group will become strategic learners, focusing only on making the highest grade. These students have little interest outside their academic performance. They tend to learn procedures but seldom understand basic concepts. As a result, they rarely become adaptive experts. They may master known processes. If you have certain kinds of well-known problems, they may know how to fix them. But because they have little driving curiosity or conceptual understanding, they will not perform well with new kinds of engineering issues. These students will display little imagination or curiosity.

Only deep learners—students with a driving desire to understand and to use their comprehension—are highly likely to become the kind of engineers our society desperately needs. Deep learners want to understand important concepts and to think about both the implications and applications of their work while the other two types intend either only to pass the course or make the highest grade. Deep learners are highly self-motivated, filled with curiosity, and, as a result, can become adaptive experts.

The road to surface, strategic, or deep learning doesn't begin with a person's DNA. Any one of these basic approaches does not emerge because of personality or intelligence. Deep learners do not necessarily have higher IQ's than do surface or strategic learners. Instead, they usually develop their dominant learning style—their deep intentions—because of social and educational conditioning. Or, to put it another way, the surface or strategic learners usually establish their goals because they have been conditioned through a long and complex process to follow such a path.

To become a deep learner and an adaptive expert someone must become highly self-motivated. The research on human motivation suggests that three ingredients drive people toward this kind of achievement. To be motivated, you must have a purpose that pushes you, a goal that interests you and perhaps becomes a passion. But you must also believe that you can achieve your desired end. No one but a fool would take up a cause they don't think they can conquer—except perhaps as a hobby. These first two conditions make intuitive sense to most people, and while there is a considerable body of research that suggests how powerful and important they are, observers recognize their significance based on their own experiences. A third factor, however, seems almost counter-intuitive to some people. It is that to be highly motivated, you must believe that you are in control of the decision to do something.

Indeed, a considerable body of research finds that extrinsic motivators imposed by someone else will actually reduce intrinsic interest, especially if people feel as if that

external stimulus is trying to control them. Humans of all cultures resist harnesses, and while they may follow the rules, they often display little independent passion if they think someone else is solely in charge of what they do. Numerous experiments have found that no matter what level of independent curiosity someone may possess it will decrease in the face of strong extrinsic motivators that leave them with little sense of self-control over their own future.

If you think about this important research on human motivation against the backdrop of standard educational practices, you begin to see the problem. Students work because teachers give them assignments and handout punishments if they don't do them properly. When asked why students should learn something, the standard answer is often that "it will be on the examination." Students must learn to pass the course. Even if instructors don't utter those words, their actions and policies say loud and clear, "you will be measured by whether you learn some material, and if you don't, you will suffer the consequences."

Faced with that environment, many students will lose much of their childhood curiosity and fascination. They may become strategic learners who do as they are told, but because they lack the passion, they don't pursue a deep understanding of anything—except perhaps the requirements for making the highest grade. Others may wallow in surface learning, interested only in passing the course.

2. NATURAL CRITICAL LEARNING ENVIRONMENTS TO THE RESCUE

A different kind of learning environment can change all that. Human beings are most likely to learn deeply when they are trying to solve problems or answer questions that they have come to regard as important, intriguing, or beautiful. Moreover, students are most likely to question and perhaps shift their paradigms—to build new and better understanding of important concepts—if, in the course of pursuing those questions or problems, they find themselves in a situation where their existing paradigms do not work. They face what some have called an "expectation failure"—their mental model has predicted an outcome, but that anticipated result doesn't match with their current sensory input.

What happens next is critical to the development of the learner. When faced with new information that is in conflict with their current mental model, students typically invoke one of two processes. They can choose to take a surface approach to this event by dismissing this new information as a special case and simply wrapping

it around their current paradigm, or that same student can take a deep approach by grappling with how this new information will irrevocably change their mental model, ultimately creating a new and deeper conceptual understanding. If learners have an opportunity to grapple with the dissonance they encounter--to try, fail, receive feedback, and try again--before anyone makes a judgment of their efforts, they are more likely to learn deeply.

The course of action chosen by a student confronted with an “expectation failure” is hardly an individual choice made in a vacuum. Research indicates that a student’s response to this type of event can be greatly influenced by the words, actions, and assessment choices made by the teacher. Not all college classes provide opportunities for students to choose the deep approach, yet it forms a key ingredient of a Natural Critical Learning Environment.

So what can a teacher do, indeed what do the best teachers do, to encourage students to take a deep approach to their learning? They pose interesting questions and problems. To bridge that gap, to reach the students educationally, the best teachers—and this may be their most profound ability—find ways to link their own disciplinary concerns and interests with those of the students. This special genius we saw in our best teachers was the ability to frame questions in ways that would both capture the students’ imagination and challenge some of their most cherished paradigms. The best teachers found questions that were already on the minds of their students and helped them move to new inquiries that those students had never imagined.

At its most successful level, a Natural Critical Learning Environment begins with what we call a goal-based scenario. Teachers invite students to take up a question or projects—a goal—that will be interesting and important to them. Perhaps it is something that is bigger than the class or discipline itself. Often the most compelling projects will help solve some important problem in the society, appealing to students’ sense of charity and concern for others. Or maybe the students are engaged in a game, competing with other students to develop the best solution.

The key is finding a question or goal that will fascinate students, challenge existing paradigms, and motivate them to seek a deep understanding. While this first element is the most important in building a Natural Critical Learning Environment, it needs support from more than a dozen other factors to create the kind of educational opportunity most likely to produce adaptive experts.

In addition to a powerful question or project, students should receive plenty of opportunities to speculate on possible answers long before anyone gives them correct responses. Rather than beginning the teaching process with an explanation (a traditional lecture), the professor raises a question, poses a problem, and set students to solving it, letting them work in small heterogenous groups that can grapple with the issue. The teacher limits any opening remarks or explanation, saying only what is necessary to define the problem and make it interesting.

The problem itself should be a messy one, an issue that defies easy resolution. It should not be the type that has some rote answer that can be looked up in some reference source. Instead, it should require students to explore incomplete, contradictory, and even changing requirements. Resolution should lead to even more problems. It should also be intriguing and set at a level appropriate to the students, challenging them to grapple with the issues at hand but not frustrating them to the point that they give up and quit trying. It should require them to grapple with multiple requirements and difficulties, making them fully aware of their own limitations to solve such problems. In essence, it should present the students with a chance to become an adaptive expert rather than a routine one, to invent new solutions and explanations.

The problem or question should help students learn inductively, moving from specific examples to general principles—rather than just working deductively from broad concepts to specific application. As students begin to grapple with the specific problem, teachers can lead them in discussions about general concepts, helping them to derive the broad principles from the example they have encountered. A “think-pair-square-share” can facilitate that process. A professor raises a question (perhaps about general concepts), asks students to think independently for a few minutes before pairing with each other to continue the discussion. After a few more minutes, pairs team up to form a group of four. Finally, all groups are brought back together to seek consensus, listing ideas and seeking explanations. Indeed, the “think-pair-square-share” can be utilized for a variety of aspects of the learning environment.

A Natural Critical Learning Environment should also challenge students, providing them with feedback that will cause them to question faulty assumptions, poor reasoning, and unimaginative responses. That feedback will work most effectively in the form of questions rather than statements. Furthermore, it should come as attempts to help students improve, not just to judge them. In traditional classrooms,

instructors often provide feedback in the form of a grade that makes a judgment about the student's abilities and accomplishment. In the Natural Critical Learning Environment, students receive plenty of feedback separate from and in advance of any formal assessment. Ideally, students will be encouraged to give themselves and each other substantive evaluations, but teachers must also be prepared to ask those questions that will help students see the difficulties and errors they face.

One way to envision this kind of environment is to think about the situation professors expect in their own work. If an engineer or scientist is struggling with a problem in their research and they take the difficulties to a colleague for assistance, they would be terribly disappointed and maybe even insulted if that associate simply gave them a grade on their work. They would expect questions that would help them work through the issues at hand, and they would expect an opportunity to continue working toward a resolution of the issues. To foster deep approaches on the part of students, the learning environment needs to duplicate the nurturing qualities of a good and supportive collegial atmosphere.

To foster deep learning, the Natural Critical Learning Environment must offer students stimulating expectation failures. In other words, it must challenge their faulty paradigms of reality, putting them in situations in which those false mental models do not work, and continuing to question and challenge them until they build more satisfactory responses. But those challenges must also convey to students that their own abilities and understandings can improve with the right kind of effort. They must believe, and every aspect of the learning environment must say to them, that intellectual power can grow.

The work of Stanford University psychologist, Carol Dweck (2006), and her colleagues, becomes extraordinarily important on this point. The Stanford group has found that students who believe that intelligence is largely fixed for life often develop a sense of helplessness. That's true even for those who have frozen views of intellectual ability and believe that they are personally fixed near the top. Such students often have difficulty learning from failure and become highly defensive about their work. In contrast, students with a growth mind set usually embrace failure as an opportunity to improve.

Dweck and her colleagues have found that teachers can influence whether students have a fixed or growth mind set. Feedback that discusses the work students do and their efforts rather than their "abilities" can help foster belief in growth. Claude Steele

(2010), another Stanford psychologist, found in one experiment students are most likely to work hard when you say to them, we have high standards, but your work suggests that you can meet those standards. Here's what you will need to do to bring your work up to where it should be. In other words, they need a combination of high and very explicit standards, expressed faith in their ability to rise to the occasion, plus the opportunity to try, fail, and get constructive suggestions on how to improve.

In summary, the Natural Critical Learning Environment consists of these fifteen elements, all essential to foster deep learning and the development of adaptive expertise:

- An engaging question or problem
- An opportunity to try, fail, and receive feedback before any grading takes place
- A chance to work collaboratively in small heterogeneous groups with other people struggling with the same problem
- Opportunities to speculate about possible answers and solutions.
- Repeated challenges to their existing fundamental paradigms
- Emotional, physical, and intellectual support when students need it
- Fascinating “Expectation Failures”
- A strong sense that students must take control of their own learning
- A fair, criteria-based assessment that stresses formative feedback
- Work that has importance outside the class (A goal-based scenarios that is larger than the class).
- Faith in students’ capacities to grow their abilities
- Faith in their ability to do the work
- A growth Mind Set
- Opportunity to do the discipline before they know the discipline; learn by doing
- Inductive learning

3. NATURAL CRITICAL LEARNING ENVIRONMENT IN ENGINEERING INTRODUCTION COURSES AT UNINORTE

As part of its ongoing efforts to transform teaching and learning, the Universidad del Norte in Barranquilla, Colombia, approached me about becoming an advisor for its 2016 Transformation Course Program.

In that program I worked with all the professors who taught a course on the Introduction to Engineering, in civil, mechanical, electrical, electronic, industrial and systems engineering programs. In total, there were 10 teachers who worked for a year to redesign a syllabus to create Natural Critical Learning Environments. At the same time, the teachers carried out scholarship of teaching and learning projects to demonstrate that the changes in the syllabus helped the deep learning of the students. The chapters that make up this book are these experiences.

In essence, students do engineering even before they know anything about the field, tackling interesting, important, and challenging problems. They try, fail, receive feedback, and try again. They work in small groups, and they extract the broader principles and concepts from their individual experiences. They learn by doing, by inventing, by making mistakes and questioning them, constantly guided by the instructor.

The teachers have designed expectation failures, posed problems, raised questions, answered inquiries, encouraged growth mind sets, provided feedback that helps students see the problems they face in believing faulty mental models, and fostered conceptual learning, moving from the specific to the general.

REFERENCES

- Bain, K. (2004). *What the Best College Teachers Do*. Cambridge: Harvard University Press.
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The New Psychology of Success*. New York: Random House.
- Steele, C. (2010). *Whistling Vivaldi: And Other Clues to How Stereotypes Affect Us*. New York: WW Norton & Company.

INTRODUCCIÓN

FOMENTAR EL APRENDIZAJE PROFUNDO Y LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN CON AMBIENTES DE APRENDIZAJE NATURALMENTE CRÍTICOS

Ken Bain

Traducido por José Fernando Gallego Nicholls

Piense por un momento en los objetivos de la educación en ingeniería. Queremos producir buenos ingenieros, gente que pueda tomar un problema, pensar como un ingeniero y encontrar las mejores soluciones. Queremos producir lo que la literatura llama “expertos en adaptación”, no solo los de rutina. En otras palabras, esperamos que nuestros estudiantes sean capaces de hacer algo más que simplemente resolver problemas fáciles y rutinarios que tienen soluciones bien establecidas. En nuestros objetivos más ambiciosos, nos gustaría que nuestros graduados asumieran los retos inusuales y difíciles que requieren imaginación e invención.

Por supuesto, queremos que conozcan todas las rutinas comunes, la manera de hacer algo que los ingenieros hacen todos los días. Pero también queremos que reconozcan e, incluso, disfruten de la oportunidad y la necesidad de inventar. Nuestro mundo está lleno de nuevos desafíos que requieren adaptación. Viviendo en un mundo con un equilibrio tan delicado entre el progreso y el desastre, necesitamos ingenieros que puedan pensar en términos generales, no solo sobre las formas de resolver un problema actual, sino que puedan sopesar las consecuencias —tanto inmediatas como a largo plazo— de esas soluciones. Algunos de los problemas que enfrentarán como ingenieros han surgido porque las generaciones anteriores no consideraron todas las implicaciones de su trabajo.

¿Cómo podemos cultivar tales expertos en adaptación? Para responder a esta pregunta, debemos entender cómo aprende la gente. Los científicos cognitivos nos indican que los humanos usan lo que ven, oyen, huelen, prueban y sienten para construir modelos de la realidad. Luego, utilizan esos modelos para entender cualquier señal sensorial nueva. Los modelos que la gente construye en sus mentes tienen una fuerte influencia en cómo entienden el mundo y en cómo tratan de resolver problemas, ya sean de ingeniería o de otro tipo.

En otras palabras, cuando los seres humanos aprendemos, construimos nuestro propio sentido de la realidad. Comenzamos ese proceso en la cuna donde encontramos un aluvión de información sensorial que viene hacia nosotros a través de nuestros cinco sentidos. Ya que no nacemos con diccionarios en nuestros pañales, tenemos que dar sentido a todos esos datos que llegan a nuestros cerebros. Lo hacemos conectando una entrada a otra, probando y confirmando estos vínculos causales, y construyendo modelos mentales sofisticados como resultado.

También comenzamos a usar esos paradigmas construidos para entender nuevos aportes sensoriales, y seguimos haciéndolo por el resto de nuestras vidas. Antes de entrar en una habitación por primera vez, ya tienes un modelo de algo llamado pisos, techos, paredes y muebles, y usas todos esos modelos construidos en tu mente para entender la información sensorial que recibes de “ver” cosas. Entiendes la habitación, no solo desde el punto de vista de las ondas de luz que golpean su retina, sino también de los modelos mentales previamente construidos que trajiste contigo.

Esa habilidad, ese hábito, de entender algo nuevo desde el punto de vista de algún modelo que ya tenemos en nuestras mentes, demuestra ser enormemente útil a medida que navegamos por el mundo. Pero también crea, a medida que los bue-

nos maestros se dan cuenta, uno de nuestros mayores desafíos como educadores y estudiantes. A menudo queremos que nuestros estudiantes construyan nuevos modelos de realidad, o por lo menos que cuestionen algunos de los ya existentes. En las humanidades, decimos a menudo, las personas educadas son capaces de darse cuenta de los problemas a los que se enfrentan al creer lo que sea que crean. En las ciencias, decimos que los estudiantes, cuando se enfrentan a datos abrumadores, deben abandonar los modelos antiguos y adoptar otros nuevos que sean coherentes con los datos. De cualquier manera, esperamos que nuestros estudiantes se involucren en lo que podría ser considerado como un acto antinatural. Mientras que su tendencia natural es entender lo nuevo desde el punto de vista de lo viejo, les pedimos que construyan modelos de realidad completamente nuevos, o que cuestionen los viejos. La mayoría de los estudiantes no lo hacen muy bien, o muy fácilmente.

El problema al que me refiero está bien ilustrado por una historia que conté en el segundo capítulo de *What the best college teachers do* (Bain, 2004). Hace algunos años, dos físicos de la Universidad Estatal de Arizona se preguntaron si su clase introductoria de física cambiaba típicamente la forma en que los estudiantes piensan sobre el movimiento. Para averiguarlo, estos dos científicos idearon un instrumento —el inventario del concepto de fuerza (ICF)— para medir la concepción de movimiento de los estudiantes y administraron ese instrumento a varios cientos de personas que participaban en un curso introductorio. En la parte delantera, descubrieron que la mayoría de los estudiantes llegaban al curso con lo que podría describirse como una visión aristotélica del movimiento. No era una creencia absurda, pero tampoco era la forma en que la física moderna pensaba sobre el movimiento, no desde Newton, y mucho menos Feynman.

Pero eso fue antes de que los estudiantes tomaran el curso. Algunos meses después de terminarlo, trajeron a los estudiantes de vuelta y les dieron exactamente el mismo instrumento para ver cuánto había cambiado en sus conceptos básicos de movimiento. ¿Adivina qué? Prácticamente ninguna. Aún más inquietante, el grado de cambio no parecía estar relacionado con las calificaciones que los estudiantes habían obtenido. Tanto los mejores estudiantes como los mediocres trajeron sus puntos de vista aristotélicos del movimiento a la clase y ambos grupos simplemente absorbieron toda la información sensorial que recibieron alrededor de sus modelos existentes —los libros de texto que leyeron, las conferencias que escucharon, los experimentos que realizaron en el laboratorio— y esos modelos no cambiaron. Muchos de los “mejores” estudiantes eran simplemente mejores memorizando fórmulas y conectando el número correcto en la ecuación, pero, desde el punto de vista

de la comprensión conceptual, los datos de la ICF sugirieron que probablemente no estaban en mejor situación que sus colegas mediocres.

1. LO QUE SUCEDE EN LA ESCUELA

A partir de mucha experiencia, y de una considerable investigación entre los estudiantes universitarios, los profesores han comprendido desde hace tiempo que no todas las personas de sus clases tienen las mismas motivaciones. Ni siquiera tienen las mismas intenciones. Algunos estudiantes tomarán predominantemente un enfoque superficial. Es decir, intentarán simplemente aprobar el curso. Estas personas harán hincapié en recordar las respuestas correctas que pueden dar en los exámenes. La escuela tiene poca influencia sostenida y sustancial en la forma en que posteriormente pensarán, actuarán o incluso sentirán.

Un segundo grupo se convertirá en estudiantes estratégicos, centrándose solo en obtener la calificación más alta. Estos estudiantes tienen poco interés fuera de su desempeño académico. Tienen a aprender procedimientos, pero rara vez entienden conceptos básicos. Como resultado, pocas veces se convierten en expertos en adaptación. Pueden dominar procesos conocidos. Si usted tiene ciertos tipos de problemas bien conocidos, es posible que sepan cómo solucionarlos. Pero debido a que tienen poca curiosidad o comprensión conceptual, no funcionarán bien con nuevos tipos de problemas de ingeniería. Estos estudiantes mostrarán poca imaginación o curiosidad.

Solo los estudiantes con un profundo deseo de entender y usar su comprensión pueden llegar a ser el tipo de ingenieros que nuestra sociedad necesita desesperadamente. Los estudiantes profundos quieren entender conceptos importantes y pensar tanto en las implicaciones como en las aplicaciones de su trabajo, mientras que los otros dos tipos tienen la intención de aprobar el curso o de obtener la calificación más alta. Los estudiantes profundos son altamente automotivados, llenos de curiosidad y, como resultado, pueden convertirse en expertos adaptativos.

El camino hacia el aprendizaje superficial, estratégico o profundo no comienza con el ADN de una persona. Cualquiera de estos enfoques básicos no surge debido a la personalidad o a la inteligencia. Los estudiantes profundos no necesariamente tienen un coeficiente intelectual más alto que los estudiantes superficiales o estratégicos. En cambio, suelen desarrollar su estilo de aprendizaje dominante —sus intenciones profundas— debido al condicionamiento social y educativo. O, para decirlo de otra manera, los estudiantes superficiales o estratégicos suelen establecer

sus objetivos porque han sido condicionados a través de un proceso largo y complejo para seguir tal camino.

Para convertirse en un aprendiz profundo y en un experto en adaptación, se necesita un alto grado de automotivación. La investigación sobre la motivación humana sugiere que tres ingredientes conducen a las personas hacia este tipo de logro. Para estar motivado, uno debe tener un propósito que lo empuje, una meta que le interese y que tal vez se convierta en una pasión. Pero también se debe creer que se puede lograr el fin deseado. Solo un tonto se dedicaría a una causa que no crea que pueda conquistar, excepto quizá como un pasatiempo. Estas dos primeras condiciones tienen sentido intuitivo para la mayoría de las personas, y aunque hay un cuerpo considerable de investigación que sugiere cuán poderosas e importantes son, los observadores reconocen su importancia basándose en sus propias experiencias. Un tercer factor, sin embargo, parece casi contrario a la intuición de algunas personas. Este es que para estar altamente motivado se debe creer que se está en control de la decisión de hacer algo.

De hecho, un cuerpo considerable de investigación encuentra que los motivadores extrínsecos impuestos por alguien más en realidad reducirán el interés intrínseco, en especial si la gente siente que ese estímulo externo está tratando de controlarlos. Los seres humanos de todas las culturas se resisten a los arneses, y aunque pueden seguir las reglas, a menudo muestran poca pasión independiente de si piensan que alguien más está a cargo de lo que hacen. Numerosos experimentos han encontrado que no importa el nivel de curiosidad que alguien pueda poseer, este disminuirá ante la presencia de fuertes motivadores extrínsecos que los dejan con un escaso sentido de autocontrol sobre su propio futuro.

Si piensas en esta importante investigación sobre la motivación humana en el contexto de las prácticas educativas estándar, empiezas a ver el problema. Los estudiantes trabajan porque los maestros les dan tareas y castigos si no lo hacen correctamente. Cuando se les pregunta por qué los estudiantes deben aprender algo, la respuesta estándar es a menudo que “estará en el examen”. Los estudiantes deben aprender a aprobar el curso. Incluso si los instructores no pronuncian esas palabras, sus acciones y políticas dicen alto y claro, “serás medido por si aprendes algún material, y si no lo haces, sufrirás las consecuencias”.

Enfrentados a ese ambiente, muchos estudiantes perderán gran parte de su curiosidad y fascinación de la infancia. Pueden convertirse en estudiantes estratégicos que hacen lo que se les dice, pero debido a que carecen de la pasión no persiguen

un entendimiento profundo de nada, excepto quizá los requisitos para obtener la calificación más alta. Otros pueden revolcarse en el aprendizaje en la superficie, interesados solo en aprobar el curso.

2. AMBIENTES DE APRENDIZAJE NATURALMENTE CRÍTICOS AL RESCATE

Un tipo diferente de ambiente de aprendizaje puede cambiar todo eso. Es más probable que los seres humanos aprendan profundamente cuando intentan resolver problemas o responder preguntas que han llegado a considerar importantes, intrigantes o hermosas. Además, es más probable que los estudiantes cuestionen y quizá cambien sus paradigmas —para construir una nueva y mejor comprensión de conceptos importantes— si, en el curso de la búsqueda de esas preguntas o problemas, se encuentran en una situación en la que sus paradigmas existentes no funcionan. Se enfrentan a lo que algunos han llamado un “fracaso de las expectativas”: su modelo mental ha predicho un resultado, pero ese resultado anticipado no coincide con su actual insumo sensorial.

Lo que sucede a continuación es fundamental para el desarrollo del alumno. Cuando se enfrentan con nueva información que está en conflicto con su modelo mental actual, los estudiantes típicamente invocan uno de dos procesos. Ellos pueden elegir tomar un enfoque superficial de este evento al descartar esta nueva información como un caso especial y simplemente ponerla alrededor de su paradigma actual, o ese mismo estudiante puede tomar un enfoque profundo al lidiar con la forma en que esta nueva información cambiará irrevocablemente su modelo mental, creando finalmente una nueva y más profunda comprensión conceptual. Si los alumnos tienen la oportunidad de lidiar con la disonancia con la que se encuentran —probar, fallar, recibir retroalimentación y volver a intentarlo— antes de que alguien juzgue sus esfuerzos, es más probable que aprendan profundamente.

El curso de acción elegido por un estudiante que se enfrenta a una “expectativa de fracaso” no es una elección individual hecha en el vacío. La investigación indica que la respuesta de un estudiante a este tipo de eventos puede estar muy influida por las palabras, las acciones y las decisiones de evaluación tomadas por el maestro. No todas las clases universitarias proporcionan oportunidades para que los estudiantes elijan el enfoque profundo, sin embargo, constituye un ingrediente clave de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Entonces, ¿qué puede hacer un profesor? y, de hecho, ¿qué hacen los mejores profesores para animar a los estudiantes a que adopten un enfoque profundo de su aprendizaje? Plantean preguntas y problemas interesantes. Para cerrar esa brecha, para llegar a los estudiantes desde el punto de vista educativo, los mejores maestros —y esta puede ser su habilidad más profunda— encuentran maneras de vincular sus propias preocupaciones e intereses disciplinarios con los de los estudiantes. Este genio especial que vimos en nuestros mejores maestros fue la habilidad de enmarcar las preguntas en formas que capturarían la imaginación de los estudiantes y desafiarían algunos de sus paradigmas más preciados. Los mejores profesores encontraron preguntas que ya estaban en la mente de sus estudiantes y les ayudaron a pasar a nuevas investigaciones que esos estudiantes nunca habían imaginado.

En su nivel más exitoso, los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos comienzan con lo que llamamos un escenario basado en metas. Los maestros invitan a los estudiantes a hacer preguntas o proyectos —una meta— que serán interesantes e importantes para ellos. Quizá es algo que es más grande que la clase o la disciplina misma. A menudo, los proyectos más convincentes ayudarán a resolver algún problema importante de la sociedad, apelando al sentido de caridad de los estudiantes y a su preocupación por los demás. O tal vez los estudiantes están involucrados en un juego, compitiendo con otros estudiantes para desarrollar la mejor solución.

La clave es encontrar una pregunta u objetivo que fascine a los estudiantes, desafíe los paradigmas existentes y los motive a buscar un entendimiento profundo. Aunque este primer elemento es el más importante en la construcción de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, necesita el apoyo de más de una docena de otros factores para crear el tipo de oportunidad educativa que más probablemente produzca expertos en adaptación.

Además de una pregunta o proyecto poderoso, los estudiantes deben recibir muchas oportunidades para especular sobre las posibles respuestas mucho antes de que alguien les dé las respuestas correctas. En lugar de comenzar el proceso de enseñanza con una explicación (una conferencia tradicional), el profesor plantea una pregunta, plantea un problema y pone a los estudiantes a resolverlo, permitiéndoles trabajar en pequeños grupos heterogéneos que pueden lidiar con este. El profesor limita cualquier comentario o explicación inicial, diciendo solo lo que es necesario para definir el problema y hacerlo interesante.

El problema en sí mismo debería ser un problema complicado, un problema que desafía la resolución fácil. No debería ser el tipo que tiene alguna respuesta de rutina que pueda ser buscada en alguna fuente de referencia. En cambio, debería exigir que los estudiantes exploren los requisitos incompletos, contradictorios e incluso cambiantes. La resolución debería llevar a más problemas. También debe ser intrigante y fijarse en un nivel apropiado para los estudiantes, desafiándolos a lidiar con los temas en cuestión, pero sin frustrarlos hasta el punto de que se rindan y dejen de intentarlo. Debe exigirles que se enfrenten a múltiples requisitos y dificultades, haciéndolos plenamente conscientes de sus propias limitaciones para resolver tales problemas. En esencia, debe ofrecer a los estudiantes la oportunidad de convertirse en un experto en adaptación más que en un experto de rutina, para inventar nuevas soluciones y explicaciones.

El problema o la pregunta deben ayudar a los estudiantes a aprender de manera inductiva, pasando de los ejemplos específicos a los principios generales, en lugar de limitarse a trabajar de manera deductiva desde los conceptos generales a la aplicación específica. A medida que los estudiantes comienzan a lidiar con el problema específico, los maestros pueden guiarlos en discusiones sobre conceptos generales, ayudándolos a derivar los principios generales del ejemplo que han encontrado. Una actividad de “pensar-emparejar-hacer grupos de cuatro-compartir” puede facilitar ese proceso. Un profesor plantea una pregunta (quizá sobre conceptos generales), pide a los estudiantes que piensen independientemente durante unos minutos antes de agruparse para continuar la discusión. Después de unos minutos más, las parejas se unen para formar un grupo de cuatro. Finalmente, todos los grupos se reúnen de nuevo para buscar consenso, listando ideas y buscando explicaciones. De hecho, la actividad de “pensar-emparejar-hacer grupos de cuatro-compartir” puede ser utilizada para una variedad de aspectos del entorno de aprendizaje.

Los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos también deben desafiar a los estudiantes, proporcionándoles retroalimentación que les hará cuestionar suposiciones erróneas, razonamientos deficientes y respuestas poco imaginativas. Esa retroalimentación funcionará más eficazmente en forma de preguntas que de declaraciones. Además, debe venir como un intento de ayudar a los estudiantes a mejorar, no solo para juzgarlos. En los salones de clase tradicionales, los instructores a menudo proporcionan retroalimentación en la forma de una calificación que hace un juicio sobre las habilidades y los logros del estudiante. En los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, los estudiantes reciben mucha retroalimentación separada de y antes de cualquier evaluación formal. Idealmente, se animará a los

estudiantes a que se hagan evaluaciones sustantivas a sí mismos y a los demás, pero los maestros también deben estar preparados para hacer las preguntas que ayuden a los estudiantes a ver las dificultades y los errores que enfrentan.

Una manera de visualizar este tipo de ambiente es pensar en la situación que los profesores esperan en su propio trabajo. Si un ingeniero o científico está luchando con un problema en su investigación y lleva las dificultades a un colega para que le ayude, se sentirían terriblemente decepcionados e incluso insultados si ese asociado simplemente les diera una calificación en su trabajo. Esperarían preguntas que les ayudaran a trabajar en los temas en cuestión, y esperarían una oportunidad para continuar trabajando hacia la resolución de estos. Para fomentar enfoques profundos por parte de los estudiantes, el ambiente de aprendizaje necesita duplicar las cualidades de crianza de una atmósfera colegial buena y de apoyo.

Para fomentar el aprendizaje profundo, los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos deben ofrecer a los estudiantes expectativas estimulantes de fracaso. En otras palabras, deben desafiar sus paradigmas defectuosos de la realidad, poniéndolos en situaciones en las que esos falsos modelos mentales no funcionan, y continuar cuestionándolos y desafiándolos hasta que construyan respuestas más satisfactorias. Pero esos desafíos también deben transmitir a los estudiantes que sus propias habilidades y conocimientos pueden mejorar con el tipo de esfuerzo adecuado. Deben creer, y cada aspecto del ambiente de aprendizaje debe decirles que el poder intelectual puede crecer.

El trabajo de la psicóloga de la Universidad de Stanford, Carol Dweck (2006), y sus colegas, adquiere una importancia extraordinaria en este punto. El grupo de Stanford ha descubierto que los estudiantes que creen que la inteligencia es en gran medida fija para la vida a menudo desarrollan un sentido de impotencia. Esto es cierto incluso para aquellos que tienen puntos de vista congelados sobre la capacidad intelectual y creen que están fijados personalmente cerca de la cima. Estos estudiantes a menudo tienen dificultades para aprender del fracaso y se ponen a la defensiva en su trabajo. En contraste, los estudiantes con una mentalidad de crecimiento generalmente aceptan el fracaso como una oportunidad para mejorar.

Dweck y sus colegas han descubierto que los profesores pueden influir en que los estudiantes tengan una mentalidad fija o de crecimiento. La retroalimentación que discute el trabajo que hacen los estudiantes y sus esfuerzos en lugar de sus “habilidades” puede ayudar a fomentar la creencia en el crecimiento. Claude Steele (2010), otro psicólogo de Stanford, encontró en un experimento que es más probable que

los estudiantes trabajen duro cuando les dices que tenemos altos estándares, pero tu trabajo sugiere que puedes cumplir con esos estándares. Esto es lo que tendrá que hacer para que su trabajo llegue adonde debe estar. En otras palabras, necesitan una combinación de estándares altos y muy explícitos, una fe expresada en su capacidad para estar a la altura de las circunstancias, además de la oportunidad de intentarlo, fracasar y obtener sugerencias constructivas sobre cómo mejorar.

En resumen, los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos constan de estos quince elementos, todos ellos esenciales para fomentar el aprendizaje profundo y el desarrollo de la experiencia adaptativa:

- Una pregunta o problema atractivo.
- Una oportunidad para probar, fallar y recibir retroalimentación antes de que se lleve a cabo cualquier calificación.
- Una oportunidad de trabajar en colaboración en pequeños grupos heterogéneos con otras personas que luchan con el mismo problema.
- Oportunidades para especular sobre posibles respuestas y soluciones.
- Desafíos repetidos a sus paradigmas fundamentales existentes.
- Apoyo emocional, físico e intelectual cuando los estudiantes lo necesitan.
- Fascinantes “expectativas fallidas”.
- Un fuerte sentido de que los estudiantes deben tomar el control de su propio aprendizaje.
- Una evaluación justa, basada en criterios que resaltan la retroalimentación formativa.
- Trabajo que tiene importancia fuera de la clase (un escenario basado en metas que es más grande que la clase).
- Fe en las capacidades de los estudiantes para hacer crecer sus capacidades.
- Fe en su capacidad de hacer el trabajo.
- Una mentalidad de crecimiento.
- Oportunidad de hacer la disciplina antes de que conozcan la disciplina, aprender haciendo.
- Aprendizaje inductivo.

3. AMBIENTES DE APRENDIZAJE NATURALMENTE CRÍTICOS EN ASIGNATURAS DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE

Como parte de sus continuos esfuerzos para transformar la enseñanza y el aprendizaje, la Universidad del Norte se acercó a mí para convertirme en asesor del programa Transformación de Cursos 2016.

En ese programa, trabajé con todos los profesores que impartieron una asignatura de introducción a la ingeniería, en los programas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Industrial e Ingeniería de sistemas. En total, hubo diez maestros que trabajaron durante un año para rediseñar un programa de estudios a fin de crear ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. Al mismo tiempo, los profesores llevaron a cabo proyectos de becas de enseñanza-aprendizaje para demostrar que los cambios en el programa de estudios ayudaban al aprendizaje profundo de los estudiantes. Los capítulos que componen este libro son estas experiencias.

En esencia, los estudiantes hacen ingeniería incluso antes de que sepan algo sobre el campo, abordando problemas interesantes, importantes y desafiantes. Lo intentan, fallan, reciben retroalimentación y vuelven a intentarlo. Trabajan en pequeños grupos y extraen los principios y conceptos más amplios de sus experiencias individuales. Aprenden haciendo, inventando, cometiendo errores y cuestionándolos, constantemente guiados por el instructor.

Los maestros han diseñado fallas en las expectativas, planteado problemas, hecho preguntas, contestado preguntas, alentado el crecimiento, proporcionado retroalimentación que ayuda a los estudiantes a ver los problemas que enfrentan al creer en modelos mentales defectuosos y fomentado el aprendizaje conceptual, pasando de lo particular a lo general.

REFERENCIAS

- Bain, K. (2004). *What the best college teachers do*. Cambridge, EE. UU.: Harvard University Press.
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The New Psychology of Success*. New York: Random House.
- Steele, C. (2010). *Whistling Vivaldi: How stereotypes affect us and what we can do*. Nueva York, EE. UU.: WW Norton & Company.

1

ENFOQUES DE APRENDIZAJE, ACTITUDES Y EXPECTATIVAS HACIA LA INGENIERÍA EN CURSOS DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA

Adela de Castro

Docente investigadora
Departamento de Español
decastro@uninorte.edu.co

José Daniel Soto Ortiz

Profesor Investigador
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
jsoto@uninorte.edu.co

Dick Guerra Florez

Asistente de investigación
Centro para la Excelencia Docente (CEDU)
dickg@uninorte.edu.co

INTRODUCCIÓN

Transformación de Curso es un programa del Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte, que se viene desarrollando desde su creación en 2012. En este programa, se pretende que los docentes aprendan, reflexionen y rediseñen sus asignaturas bajo una nueva metodología o estrategia de enseñanza-aprendizaje, de la mano de un facilitador internacional, especialista en el tema, y un facilitador institucional.

Durante 2016, la metodología por implementar fueron los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos de Ken Bain (2014). Bajo la asesoría de este prestigioso docente internacional, con videoconferencias y talleres presenciales (en el periodo intersemestral), los profesores de la asignatura Introducción a la Ingeniería se reunieron quincenalmente a estudiar, reflexionar y rediseñar sus cursos durante el primer semestre, para luego implementar los cambios y tomar datos en el segundo semestre. Estuvieron acompañados del magíster Daniel Soto, como facilitador institucional, y el psicólogo Dick Guerra y la magíster Adela de Castro, como profesionales de apoyo del CEDU.

Para hacer un seguimiento de esta experiencia, el CEDU adelantó una investigación paralela sobre enfoques de aprendizaje, actitudes y expectativas hacia la ingeniería. Los resultados de esa investigación se presentan a continuación.

1. ANTECEDENTES

Todos los programas académicos de pregrado de la División de Ingenierías de la Universidad del Norte tienen en el primer semestre de su *pensum* un curso de Introducción a la Ingeniería. Este curso tiene dos propósitos relevantes: el primero, mostrar la importancia de la ingeniería, el perfil ocupacional y profesional del ingeniero en su área específica; el segundo, lograr la motivación de los estudiantes de primer ingreso y generar un sentido de pertenencia hacia la carrera y la universidad. Por esta razón, se estableció un contenido programático en la parcelación, para que los estudiantes pudieran identificarse con su carrera y reflexionar sobre su elección profesional.

Los cursos de Introducción a la Ingeniería específica deberían tener los componentes temáticos: ética y responsabilidad social, estructura de la carrera, temas de la carrera, historia de la ingeniería específica, diseño en ingeniería, áreas de aplicación en la ingeniería y comunicación en ingeniería.

Sin embargo, la organización de los cursos de Introducción a la Ingeniería es diferente para cada programa académico, a pesar de que uno esperaría una gran similitud en su contenido programático en la parcelación. Las razones para que esto haya ocurrido tienen diferente origen. Algunas veces, la justificación de esta heterogénea organización de la parcelación del curso de Introducción a la Ingeniería es muy válida, pero ha cambiado su contenido y metodología, de tal manera que responde a las nuevas supuestas necesidades, pero no a las que debería.

Un trabajo de revisión de las parcelaciones de todos los cursos de Introducción a la Ingeniería fue realizado por el CEDU. Esta revisión mostró que:

- Todos utilizaron diferentes metodologías de aprendizaje.
- Los contenidos programáticos de la parcelación eran diferentes.
- Todos tenían diferentes objetivos.
- Solo tienen una hora de clases a la semana.

Las diferencias en los contenidos de los programas ha sido tema de discusión en los comités curriculares de los programas académicos e, incluso, en el Comité de División. La necesidad de capacitar a los estudiantes en temas de relevancia para su vida estudiantil ha sido una de las razones más fuertes para realizar y aprobar estos cambios. Es evidente que en unos programas es más notorio esta organización. Se han incluido temas sobre reglamentos institucionales, cálculos de promedios acumulados y hasta asuntos de planeación y programación académica de cursos. Materias que son abordadas por cursos como introducción a la vida universitaria y proyecto de vida, que son ofrecidas por Bienestar Universitario (tabla 1.1).

Tabla 1.1. Comparación del contenido programático de las parcelaciones por programa académico de ingeniería

Programa	Contenido programático de la parcelación							
	Ética y responsabilidad social	Estructura de la carrera	Temas de la carrera	Historia de la ingeniería específica	Diseño en ingeniería	Áreas de aplicación de la carrera	Solución a problemas de ingeniería	Comunicación en ingeniería
Ingeniería Civil	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Ingeniería Mecánica	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No
Ingeniería Industrial	No	No	No	No	Sí	Sí	No	No
Ingeniería Eléctrica	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Ingeniería Electrónica	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
Ingeniería de Sistemas	Sí	No	Sí	No	Sí	No	No	No

Fuente: CEDU.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

En esta parte, queremos mostrar los aspectos conceptuales que fueron la base del trabajo de investigación, que se centró en los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos: estudios sobre actitudes y expectativas de los estudiantes hacia la ingeniería (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 2016) y la medición del cambio de enfoque de aprendizaje (Saucedo, 2004).

Ambientes de aprendizaje naturalmente críticos

No ha sido menor el impacto que ha tenido la publicación original de Bain (2007) en los círculos académicos en los que se piensan la enseñanza y el aprendizaje universitario. Su noción de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos retoma varios de los principios de la propuesta socioconstructivista ampliamente desarrollada y explicada en otros escenarios, los conecta con otras nociones no menos cercanas como las de enfoques de enseñanza y aprendizaje mencionadas por Biggs (2005) y operacionalizadas por diversos investigadores a nivel mundial (Trigwell & Prosser, 2004).

En principio, los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos conllevan la comunión de varias metodologías de aprendizaje que tanto profesores como estudiantes ponen en práctica (Bain, 2004, 2007). Son naturales porque se plantean a los estudiantes problemas y cuestionamientos que despiertan naturalmente su atención, la toma de decisiones, los llevan a defender sus puntos de vista, recibir retroalimentación sobre sus propuestas y los promueven a intentarlo nuevamente. También son ambientes críticos, porque en ellos el estudiante se ve abocado a pensar críticamente, a razonar desde la evidencia y a examinar la calidad de sus razonamientos. Este último es el más importante de los principios de este ambiente de aprendizaje.

Cualquier metodología que conlleve en sí misma estos principios se puede denominar ambiente natural de aprendizaje crítico. Para crear este tipo de ambiente, algunos profesores usan lecturas, otros discusiones, algunos más estudio de casos, juegos de rol, trabajo de campo, proyectos por tareas, resolución de problemas de la vida real, material audiovisual, etc. La metodología empleada dependerá de muchos factores, que incluye los objetivos del curso y la personalidad y cultura de profesores y alumnos, así como los hábitos de aprendizaje de ambos. Pero, en general, deberá partir de una pregunta o problema particularmente interesante; este sería el punto de partida de los cinco elementos que pueden conformar un buen ambiente de aprendizaje.

Bain (2004, p. 2) plantea que “el primer elemento es partir de preguntas provocadoras y que creen controversia”, como:

- ¿Tú qué harías si al llegar de la universidad a casa encuentras que tu padre ha muerto, tu madre se ha casado con tu tío y el fantasma de tu padre aparece diciendo que ha sido asesinado?
- ¿Cómo hace una persona para sobrevivir cada día con \$7200?
- ¿Por qué algunas personas son pobres y otras ricas?
- ¿Qué es la química de la vida?
- ¿Cómo puede la gente probar su inteligencia básica?

Estas preguntas que generan discusión, que son provocadoras y hasta contestatarias, tienen como fin hacer pensar al estudiante y que este plantee su posición con respecto a un tema dado.

A partir de allí, el segundo elemento consiste en guiar al estudiante a entender el

significado de lo que se pregunta; es decir, que entienda que la forma de hacer la pregunta conlleva en sí misma un significado. Comprender que no hay una sola respuesta o solución para las cosas, que no hay una sola respuesta positiva, sino muchas con las que pueden encontrar una solución al problema y luego otra solución, etc. Así, los estudiantes aprenderán a encontrar sentido a la forma moderna de hacer preguntas. Una vez que esto pase, el aprendizaje comenzará.

Hay docentes que nunca hacen preguntas, que solo se conforman con darles a los estudiantes respuestas, pero al hacerlo no los ayudan a pensar críticamente. Por lo general, estos profesores se limitan a temas y ejemplos tan complejos y sofisticados que ni los más descollantes cerebros de su disciplina los podrían resolver. Por el contrario, los profesores que sí se interesan en el aprendizaje de sus estudiantes tratan de relacionar sus disciplinas con problemas de muy amplio espectro de la vida real o con enfoques interdisciplinarios. Estos docentes explicarán a sus estudiantes cómo preguntas que generen discusión pueden estar relacionadas con tópicos de su materia y carrera que les puedan interesar.

Un tercer elemento de estos ambientes de aprendizaje naturalmente críticos tiene que ver con guiar a los estudiantes hacia actividades intelectuales de orden superior. Así, el profesor los animaría a hacer comparaciones, aplicaciones, evaluaciones, análisis y síntesis. Nunca los llevará por la solitaria e improductiva senda de la escucha y la memorización.

El cuarto elemento sería, entonces, ayudar a los estudiantes a que ellos mismos respondan a la pregunta. Así las cosas, el docente usaría la contraargumentación para que el estudiante se vea retado a construir su propio argumento, sus propias explicaciones y a defenderlas. Al final, ellos estarán sedientos de más preguntas y a buscar más respuestas.

Finalmente, el quinto elemento consiste en utilizar metodologías, tipo de retos, con los que los estudiantes puedan buscar información, indagar la interrelación de las cosas, usar sus palabras, la tecnología y la imaginación para presentar sus respuestas. Al hacerlo esto no necesariamente se debe relacionar con la toma de notas, sino con la retroalimentación que se le pueda dar al estudiante para que siga avanzando en su indagación y encontrando más respuestas. Estos ambientes de aprendizaje pueden usar simulaciones, juegos, estudios de caso, resolución de problemas, trabajo de campo e, incluso, lecturas, que puedan guiar al estudiante a encontrar sus propias respuestas.

Los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos se dan cuando los estudiantes realizan un aprendizaje profundo. En palabras de Bain (2012), estos ambientes se producirían cuando los docentes creen ambientes de aprendizaje diseñados para ellos teniendo en cuenta las siguientes ideas:

- Tratan de responder preguntas o solucionar problemas que encuentran intrigantes, importantes o bellas.
- Pueden probar, fallar, recibir retroalimentación y tratar nuevamente antes de recibir un juicio (o notas) acerca de su trabajo.
- Pueden colaborar con otros aprendices que lidian con los mismos problemas.
- Pueden especular mucho antes de conocer algo.
- Se enfrentan a desafíos que retan sus paradigmas.
- Obtienen apoyo (asistencia emocional, física e intelectual) cuando la solicitan.
- Aceptan que sus paradigmas no son funcionales.
- Sienten bajo control su propio aprendizaje, pues no se sienten manipulados.
- Creen que sus trabajos serán honesta y seriamente considerados.
- Creen que sus trabajos importan.
- Creen que la inteligencia y las habilidades son expansibles; que si trabajan duro, lo harán mucho mejor.
- Saben que otras personas tienen fe en sus habilidades de aprendizaje.
- Saben que ellos pueden aprender.
- Tienen la posibilidad de aprender su disciplina antes de tener un conocimiento completo de esta; aprender la información básica mientras están involucrados en la resolución de problemas, en el análisis, en la síntesis, en la evaluación y en el aprendizaje teórico.
- Pueden aprender inductivamente mejor que deductivamente, moviéndose de lo específico a lo general, para luego ir de lo general a lo específico.

Actitudes y expectativas hacia la ingeniería

Ya a comienzos del milenio los estudios sobre actitudes y expectativas de los estudiantes hacia la ingeniería había hecho sonar las alarmas de las instituciones de educación superior. Por ejemplo, la Freshman Engineering Attitude Survey (FEAS)

y el Engineering Perception Test (EPT) habían dejado claro en un estudio longitudinal de Graham & Caso (2002) que, aunque los estudiantes interiorizaban la importancia de conceptos y competencias necesarias para su experiencia educativa, no dejaban de haber deserciones en estos programas. Un estudio danés entre estudiantes de último año de secundaria y primer año de educación superior, realizado por Holmegaard, Madsen & Ulriksen (2014), arrojó que, aunque los estudiantes de secundaria tenían una buena actitud y expectativas frente al estudio de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (*science, technology, engineering and mathematics* [STEM]), no escogían estas áreas de estudio, al comenzar su ciclo universitario, porque las percibían como rígidas y acartonadas en comparación con estudiar Administración de Empresas o Humanidades.

En un estudio de Malik, Koehler, Mishra, Buch, Shanblatt & Pierce (2009) en la Universidad Estatal de Míchigan, se descubrió que las actitudes iniciales de los estudiantes y los cambios en estas actitudes durante el primer año desempeñan un papel vital en la motivación, el rendimiento y la retención resultante en los programas de ingeniería; el estudio ha ayudado a entender que el diseño es la piedra angular de los programas de ingeniería y es fundamental su impacto en las actitudes de los estudiantes ante la disciplina. Basándose en este estudio, muchas universidades han introducido cursos orientados al diseño que ofrecen a los estudiantes de primer año una amplia introducción al diseño de ingeniería, la ingeniería como profesión y la ética del ingeniero, además de habilidades de resolución de problemas y de trabajo en equipo.

Por su parte, Farrell, Cochrane & McHugh (2015) han encontrado que el Implicit Relational Assessment Procedure (IRAP) puede ayudar a determinar empíricamente cómo las creencias implícitas de cada individuo impactan comportamientos relevantes, como la elección de sujeto/carreras de STEM. Asimismo, encontraron que existe una percepción estereotípicamente masculina sobre los campos STEM, regularmente asociados con los hombres; estos estereotipos pueden afectar las actitudes hacia las mujeres en el campo STEM.

En un estudio sobre la *negative outcome expectations scale in engineering* (NOES-E ‘escala de expectativas de resultado negativo en ingeniería’), Lee, Flores, Navarro & Suh (2018) proponen que este instrumento ayudaría a avanzar la investigación sobre psicología vocacional en ingeniería en cuanto al peso relativo que un estudiante atribuye a cada conjunto de expectativas sobre la disciplina. Asimismo, a identificar áreas en el plan de estudios que serían abordadas por profesores al examinar aspectos del ambiente de aprendizaje que contribuiría a expectativas negativas para los

estudiantes; también, los docentes disciplinares examinarían cómo las políticas y prácticas en el lugar de trabajo perpetuarían estas expectativas negativas entre los estudiantes de ingeniería.

Robinson & Kenny (2013), en una investigación llevada a cabo con estudiantes de último año de secundaria, encontraron que un mayor conocimiento sobre la ingeniería hace que las actitudes de los estudiantes sean más favorables para la disciplina; sin embargo, al parecer, cuanto más aprendieron los estudiantes acerca de lo que hacen los ingenieros (por ejemplo, las matemáticas y la ciencia que necesitan en la universidad y el duro trabajo necesario para convertirse en un ingeniero), más afectó negativamente las respuestas actitudinales de los estudiantes en los resultados del postest.

La investigación de Besterfield-Sacre, Atman & Shuman (2016) demostró que las actitudes de los estudiantes de ingeniería de primer año cambian a lo largo de su primer año académico. Se cree que estos cambios pueden deberse al tipo y la calidad del programa educativo que los estudiantes experimentan. En consecuencia, una evaluación precisa de las actitudes que los estudiantes traen a la universidad y los cambios de actitud que ocurren pueden proporcionar un medio eficaz para evaluar el primer año de ingeniería.

Enfoques de aprendizaje

Las creencias epistemológicas no están lejos de relacionarse con la disposición o intencionalidad que orienta a los estudiantes en la tarea de aprender. De manera diferencial los estudiantes que consideran que el conocimiento se adquiere como paquetes compactos de información podrían aproximarse al aprendizaje con la intención de memorizar acríticamente los contenidos, mientras que otro grupo de aprendices que considera el conocimiento como un conjunto de representaciones jamás terminadas y que evolucionan constantemente podrían estar abiertos a la comprensión de estos más que a su mera adquisición y repetición. Los enfoques de aprendizaje, tal como lo percibe Pérez (1999), recogen precisamente ese conjunto de intenciones que orientan y condicionan la actuación del alumno durante el proceso de aprendizaje.

Desde los trabajos de Marton y Saljo (1976), citados por Pérez (1999), mencionados en buena parte de las investigaciones sobre enfoques de aprendizaje, y con los aportes de investigadores como Biggs (2005), ha quedado claro que estas intencionalidades toman básicamente tres formas. Un enfoque de aprendizaje o estudio superficial, extrínsecamente motivado y orientado a cumplir con las tareas académicas

micas más para evitar el fracaso académico que para procurar el aprendizaje como tal (Gargallo, Garfella y Pérez, 2006).

En contraste, el enfoque de aprendizaje o estudio profundo es intrínsecamente motivado y caracteriza al estudiante que tiene interés genuino por la materia y que desea lograr que el aprendizaje tenga significación personal, con lo cual emplea estrategias que promueven la comprensión y satisfacen la curiosidad personal (Gargallo et al). Un tercer enfoque de aprendizaje identificaría a los aprendices que persiguen el mejor resultado posible en la evaluación y se organizan de manera efectiva para aprobar las asignaturas (Pérez, 1999).

En sí mismos, los enfoques de aprendizaje no deben ser considerados como características estables o propias del estudiante, sino como intenciones que emergen de las dinámicas que resultan de la tríada docente-estudiantes-contenidos, dinámica que responde al interjuego de variables de cada uno de los tres actores (Carrascal, Alvarino y Díaz, 2009; Pérez, 1999).

En esencia, los enfoques de aprendizaje han sido relacionados con todo tipo de variables académicas y no académicas, en carreras profesionales y técnicas (Vázquez, 2013). Biggs (2005) lo defiende como un marco de análisis de la calidad del aprendizaje universitario, en tanto designa también los resultados de aprendizaje que caben esperar cuando los estudiantes asumen uno u otro enfoque (Biggs, 2005; Hernández, Arán y Salmerón, 2012). Al menos en lo que concierne a la presente investigación, determinar los enfoques de aprendizaje en dos momentos de esta fijará el grado en que la implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos aporta a un cambio en el conjunto total de intenciones que tienen los aprendices cuando se aproximan a la tarea de aprender.

3. OBJETIVOS

El objetivo general es determinar la influencia de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos sobre el aprendizaje de estudiantes del curso de Introducción a la Ingeniería de la Universidad del Norte.

Objetivos específicos

- Determinar las expectativas hacia el estudio de la ingeniería de los estudiantes inscritos en los cursos introductorios.

- Detectar si existen diferencias notables en los enfoques de aprendizaje de los estudiantes participantes.
- Señalar la percepción de los estudiantes con respecto al grado de configuración de ambientes naturalmente críticos por parte de los profesores.

4. METODOLOGÍA

Diseño

El presente estudio, de naturaleza cuantitativa, se enmarca en los diseños de investigación preexperimentales, de alcance explicativo con mediciones antes y después, que permiten la verificación del efecto de una o más variables sobre otras.

En principio, los diseños cuantitativos trabajan bajo el paradigma de la verificación de hipótesis, con la consecuente realización de observaciones cuantificables y medibles (Meltzoff, 2000). En la investigación que se describe, no fue posible contar simultáneamente con grupos de contraste o control, en virtud de que el programa incluyó por igual a todos los cursos vigentes de Introducción a la Ingeniería. Sin embargo, para la medición de algunas de las variables, las cohortes anteriores de estudiantes sirven como una línea base sobre la cual es posible recrear comparaciones que permitan detectar el efecto sobre las variables que se describen a continuación.

Participantes

La investigación la constituyen ocho profesores de la División de Ingenierías, cada uno de los cuales tiene a su cargo uno o más cursos de Introducción a la Ingeniería (tabla 1.2).

Tabla 1.2. Número de docentes involucrados en el programa y número de estudiantes por docente

Curso	Profesores asignados	Cantidad de grupos	Cantidad de estudiantes
Ingeniería Sistemas	2	2	36
Ingeniería Electrónica	1	1	15
Ingeniería Eléctrica	1	1	15
Ingeniería Industrial	2	5	118
Ingeniería Mecánica	1	1	25
Ingeniería Civil	1	3	101
Total	8	13	310

Fuente: CEDU.

Los ocho profesores participantes fueron llamados a hacer parte de la convocatoria de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, en el marco del programa de Transformación de Cursos, que promueve el CEDU. Los programas de Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial contaban con docentes catedráticos, que no fueron vinculados a la investigación, debido a la temporalidad y rotación de este tipo de docentes, que depende de la cantidad de grupos abiertos por semestre. Por esta razón, todos los docentes participantes fueron aquellos que tenían vinculación a tiempo completo, y con experiencia docente entre cinco y veintidós años.

Los grupos de estudiantes en algunos programas son numerosos, con grupos de hasta 50. Además, los 310 estudiantes que conformaron la parte complementaria del estudio figuraban entre 15 y 22 años, un 70 % de ellos varones, el 62 % de Barranquilla y el 38 % de otros lugares del Caribe. Los estudiantes provenían en un 69 % de instituciones públicas y un 31 % de colegios privados del Caribe.

Es importante resaltar que el 52 % de los estudiantes tenían algún tipo de beca universitaria, o bien del programa Ser Pilo Paga (39 %), o bien de becas institucionales (13 %), contando que la otra mitad (48 %) financia sus estudios con recursos propios.

Técnicas e instrumentos

La tabla 1.3 resume los instrumentos empleados durante el estudio para la recolección de los datos en cada variable objetivo.

Tabla 1.3. Instrumentos de la investigación paralela

Técnica	Instrumento	Objetivo	Dirigido a:
Test	Encuesta para estudiantes de primer ingreso de ingeniería (Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey) (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 2016)	Identificar durante el curso las actitudes de los estudiantes hacia el estudio de la ingeniería.	Estudiantes (ambas cohortes)
Observación participante	Protocolo de observación de clase	Identificar, desde la práctica del docente, los aspectos esenciales de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.	Estudiantes (segundo semestre)
Test	Cuestionario revisado de procesos de estudio (R-CPE-2F) (Saucedo, 2004)	Identificar el cambio en el enfoque de aprendizaje del estudiante.	Estudiantes (ambas cohortes)

Fuente: Elaboración propia.

Fichas de observación sobre ambientes de aprendizaje naturalmente críticos

A partir de la descripción que Bain (2004) realiza de los ambientes de aprendizaje de aprendizaje naturalmente críticos en el grupo de docentes objeto de su estudio y que describe extensamente a lo largo de su libro, le fue posible al grupo de investigadores elaborar una lista de quince criterios que se consideraron fundamentales en la configuración de estos.

Conforme a la lista, se diseñaron dos formatos para determinar el grado en que cada uno de los docentes logró configurar ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en cada uno de los cursos introductorios a su cargo. Un primer formato dirigido a los estudiantes de cada curso, con veinte enunciados y otro diligenciado por el asistente de investigación que acompañó a cada docente durante la investigación y que se compuso de solo diez enunciados. Ambos formatos de observación de clase fueron diseñados en escalas Lickert de tres valores que van desde 1: Rara vez, 2: Una que otra vez, 3: Frecuentemente, para facilitar la recolección de las impresiones de los estudiantes y del asistente de investigación asociado.

Encuesta para estudiantes de primer ingreso de ingeniería (Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey)

La Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 2016) se compone de 50 ítems en escala Lickert de 5 puntos, agrupados en 12 dimensiones que confluyen en identificar durante el curso las actitudes de los estudiantes hacia el estudio de la ingeniería. Las puntuaciones de la escala van desde 1 (en desacuerdo) y 5 (muy de acuerdo). Las dimensiones incluyen la valoración de concepciones previas sobre la ingeniería, pasando por aspectos familiares y sociales que motivan a su estudio. Cada dimensión se analiza por separado en función del promedio de valoraciones que los estudiantes asignan a cada enunciado. Se decidió aplicarla durante el transcurso del estudio en virtud más para determinar las expectativas que emergen en consecuencia de la participación de los ambientes que aquellas que los estudiantes traen en el momento inicial o anterior a la primera clase.

Cuestionario revisado de procesos de estudio (R-CPE-2F)

La versión revisada por Saucedo (2004) del instrumento original busca discriminar el enfoque de aprendizaje predominante que asume un estudiante en una situación de aprendizaje específica. De manera análoga a como lo desarrolla el inventario de

enfoques de enseñanza (ATI), este instrumento maneja las categorías de enfoque superficial y profundo tanto en las intenciones como en relaciones con las estrategias que asumen los estudiantes para aprender. El instrumento se compone de veinte ítems que se referencian en la tabla 1.4.

Tabla 1.4. Distribución de ítems para cada componente

	Enfoque profundo	Enfoque superficial
Motivo	1-5-9-13-17	3-7-11-15-19
Estrategia	2-6-10-14-18	4-8-12-16-20

Fuente: Elaboración propia.

Cada elemento se puntúa de manera similar al ATI y cuenta además con una medida especial de la intensidad del enfoque, es decir, el grado sobresaliente en que uno de los dos enfoques se muestra como predominante.

Procedimiento

Fase de diseño

- Durante el primer semestre académico, los docentes fueron convocados a la Comunidad de Aprendizaje Docente (CAD) del curso Introducción a la Ingeniería, espacio en el que rediseñan su programa y planean la implementación de la propuesta de transformación para el segundo semestre de 2016. En reuniones quincenales, trabajan orientados con las guías de trabajo, proporcionadas por los facilitadores y desarrolladas bajo la orientación y aprobación de un experto internacional, las cuales se compartieron en un curso virtual abierto para ello.
- Paralelamente, se diseñó el protocolo de observación de clase y se verificó su validez en tanto prueba objetiva. Se pretendió también revisar la traducción del ATI y la mejor forma para evaluar su puntuación.
- Se realizó una primera aplicación del ATI.

Fase de implementación

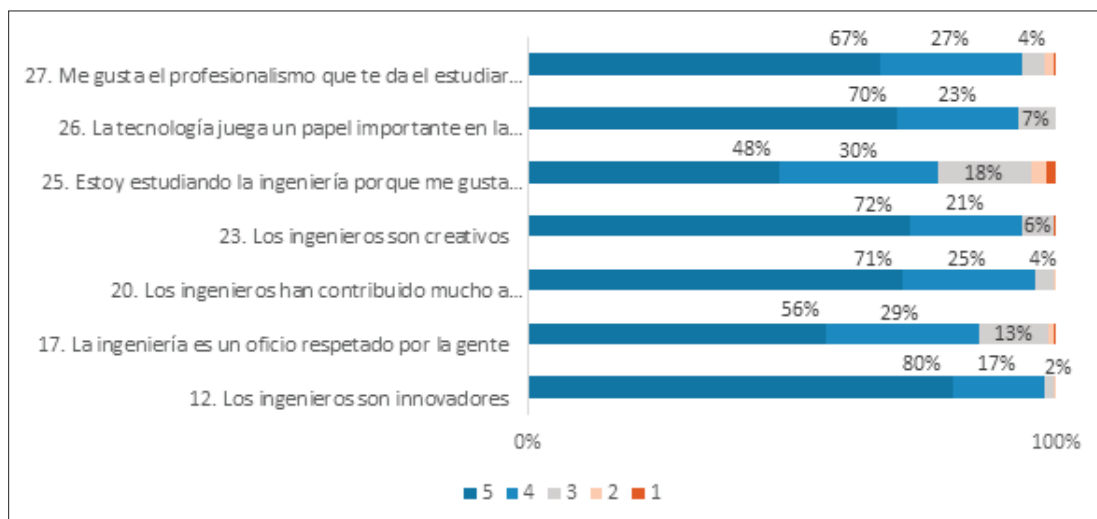
- Inicialmente, se solicitó a los estudiantes participantes firmar el consentimiento informado que permitió a los investigadores la recolección y el uso posterior de información personal y académica.

- Se realizó una primera aplicación del test de enfoques de aprendizaje a la cuarta semana de haber iniciado el curso. El test permitió obtener una radiografía de los estudiantes que desarrollan aprendizajes superficiales y profundos al inicio del curso.
- Al finalizar el curso, los docentes diligenciaron una segunda aplicación del ATI.
- A continuación, se realizó un grupo focal con los docentes, para determinar los aprendizajes de los profesores a partir de la implementación del curso.
- Asimismo, a través de un grupo focal con los estudiantes, se especificaron los cambios en sus percepciones a causa del curso.
- Durante todo el proceso de implementación, los protocolos de observación permitieron verificar el grado en que el docente se acerca a consolidar los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

5. RESULTADOS

¿Cuáles fueron las expectativas, actitudes y preferencias hacia la ingeniería de los estudiantes?

Poco después de dar inicio a los cursos introductorios de ingeniería, los estudiantes expresaron sus expectativas hacia el estudio de la ingeniería. La figura 1 resume los hallazgos en relación con impresiones generales hacia la ingeniería.

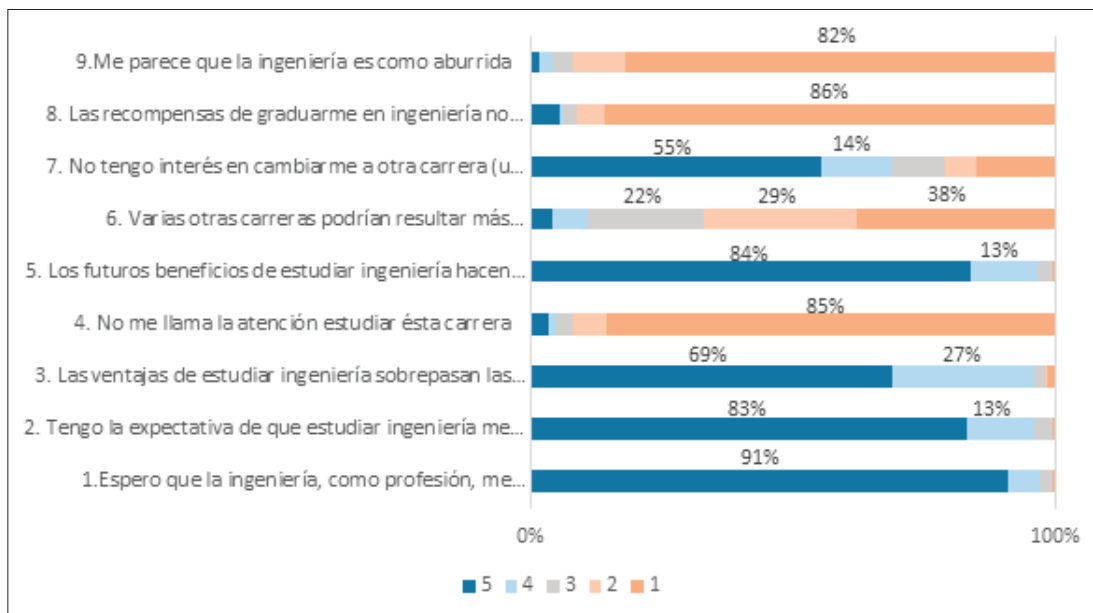


Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Impresiones generales sobre la ingeniería.

En relación con las impresiones generales, es claro que la mayoría de los estudiantes están de acuerdo o muy de acuerdo en que ser ingeniero implica ser creativos (93 %) e innovadores (97 %). Los estudiantes vieron la ingeniería como un oficio respetado por la gente (85 %), que dota profesionalismo para la persona (94 %), que contribuye a solucionar los problemas de la sociedad (93 %) y del mundo (96 %), y se acercan a él por un interés genuino en cómo funcionan las cosas (aunque un 18 % no están seguros de ello).

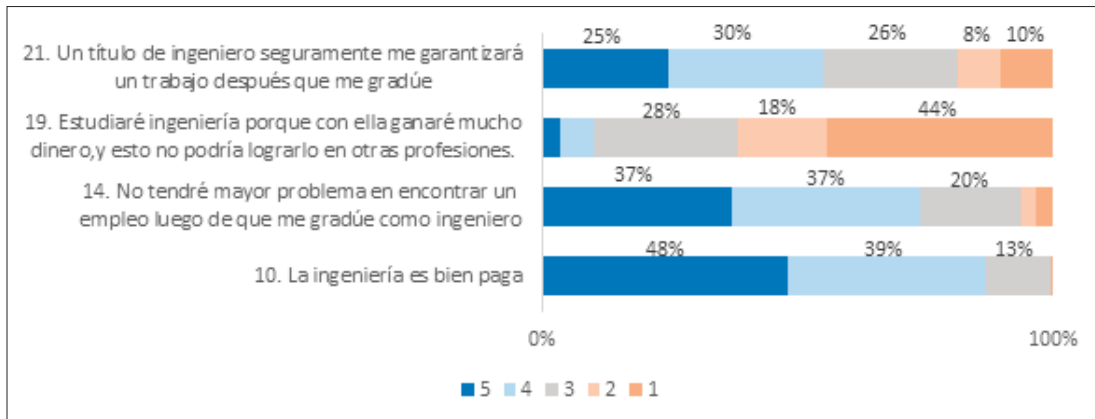
Cuando en la encuesta se les indaga si la ingeniería podría parecerles aburrida, a la mayoría de los estudiantes no les llama la atención o la mayoría (92 y 91 %) desaprueba que así sea. La mayoría estaría de acuerdo en que el esfuerzo invertido en estudiar ingeniería valdría la pena (91 %) dados los futuros beneficios (97 %), así como sopesan que son más las ventajas de estudiarla (96 %), puesto que piensan que resultará satisfactorio (96 %) y gratificante (97 %). Sin embargo, en la figura 1.2 resaltan dos aspectos. Una parte importante de los estudiantes no sabría si otras carreras podrían resultar más interesante (22 %), aunque la mayoría no lo considere así (67 %). Por otro lado, un 21 % podrían tener en cuenta la idea de cambiarse de programa y otro 10 % se muestran dubitativos al respecto.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.2. Muestra las percepciones acerca de la profesión del ingeniero.

Los aspectos financieros cobran igual importancia en las expectativas de los estudiantes de primer semestre. La figura 1.3 presenta sus valoraciones en cada aspecto.



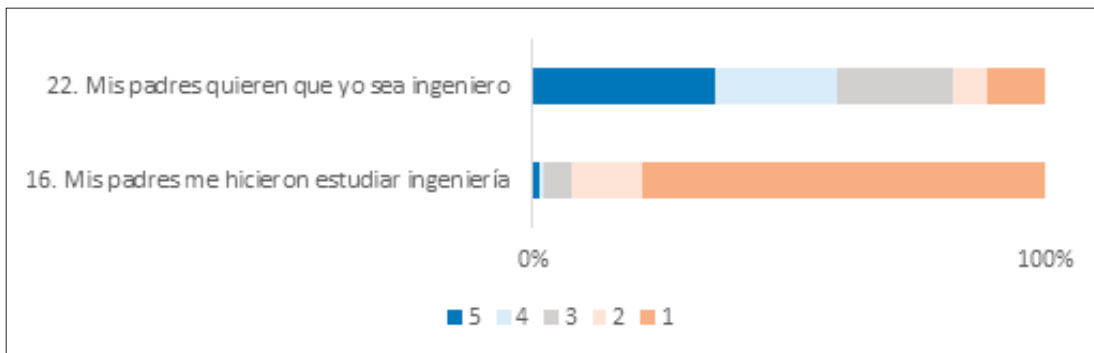
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.3. Muestra los aspectos financieros asociados.

Así, dos son los aspectos sobre lo que existe un claro consenso. La seguridad con la que sienten que estudiando ingeniería encontrarán un empleo después de graduarse (en la que el 74 % se muestran optimistas al respecto) y la creencia de que la ingeniería es una carrera bien paga, escogida por un 87 % de los encuestados. Llama la atención que un 62 % no piensan estudiar ingeniería porque con ella ganaría mucho dinero, mientras que otro 10 % así lo cree. Otro notable 28 % no se decide por una opinión al respecto.

Además, no hay un consenso claro en torno a la creencia de que estudiar ingeniería garantizaría adquirir un trabajo. Un 55 % afirman creerlo así, pero un 18 % no; mientras que otro 26 % no se definen por una posición clara en torno a este aspecto.

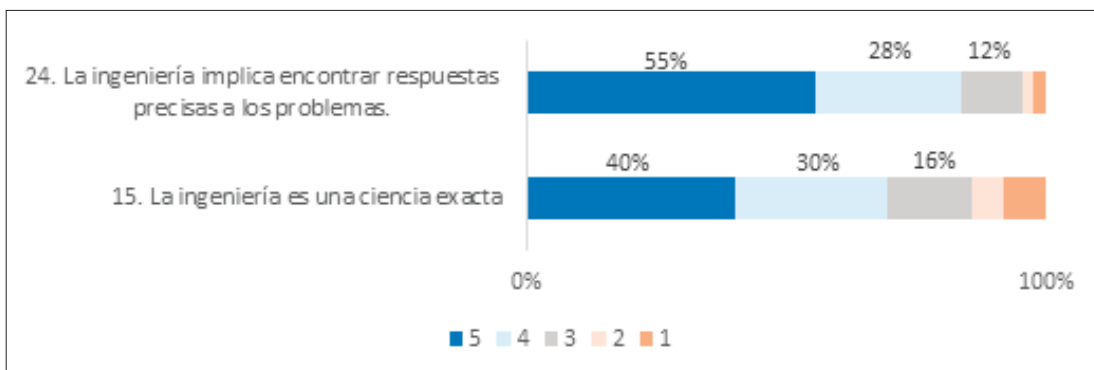
En cuanto a los aspectos familiares asociados a la decisión de estudiar ingeniería, la figura 1.4 demuestra que los estudiantes no se sienten presionados por sus padres para estudiar ingeniería, en la medida en que tan solo un 7 % afirmaron frente al ítem 16 que sus padres los hayan coaccionado a estudiar ingeniería. En contraste, no todos los estudiantes creen que sus padres desean para ellos la ingeniería. El 59 % afirman que sus padres así lo desean, pero otro 18 % no lo sienten así y otro 22 % no tienen una posición clara.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.4. Aspectos familiares asociados a la escogencia de la carrera.

Algunas de las creencias que sostienen los estudiantes tienen que ver con la ingeniería como una ciencia exacta y del papel que desempeña en su contribución a la sociedad. La figura 1.5 resume las respuestas de los estudiantes.

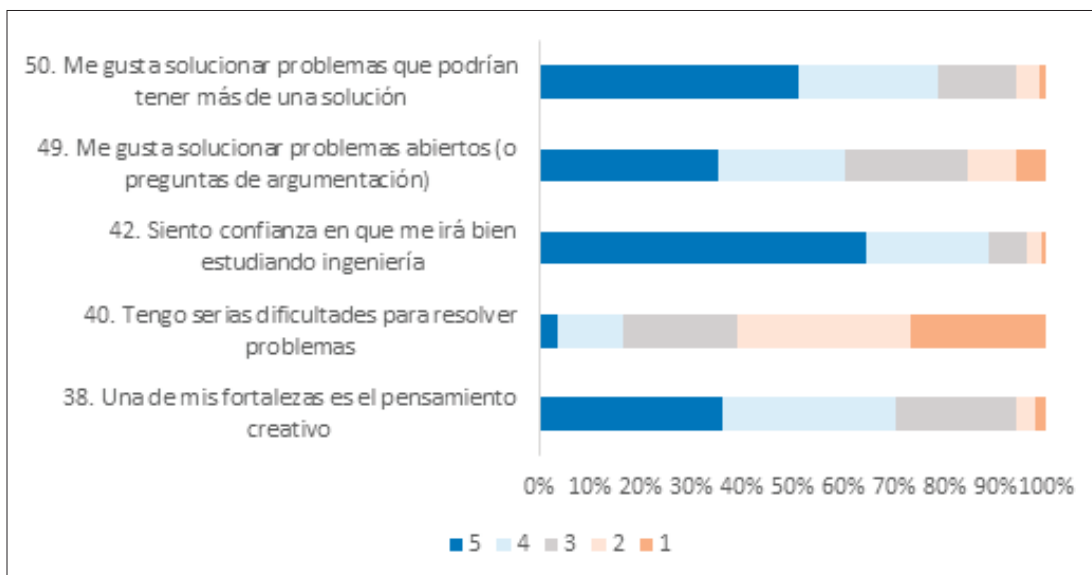


Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.5. Creencia acerca de la ingeniería como ciencia exacta.

Como se observa, la mayoría de los estudiantes encuestados (70 %) conciben la ingeniería como una ciencia exacta, con lo cual, en parte, su función se limita a encontrar respuestas precisas a los problemas (83 % de aprobación en el ítem).

Considerando las habilidades que los estudiantes creen han de ser necesarias para estudiar ingeniería, la figura 1.6 resume las expectativas de los estudiantes encuestados en distintas dimensiones.

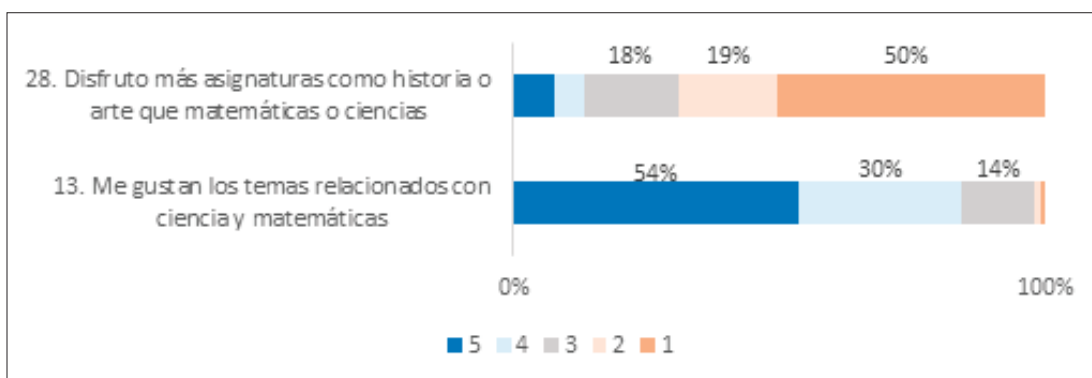


Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.6. Creencias sobre las habilidades necesarias para estudiar ingeniería.

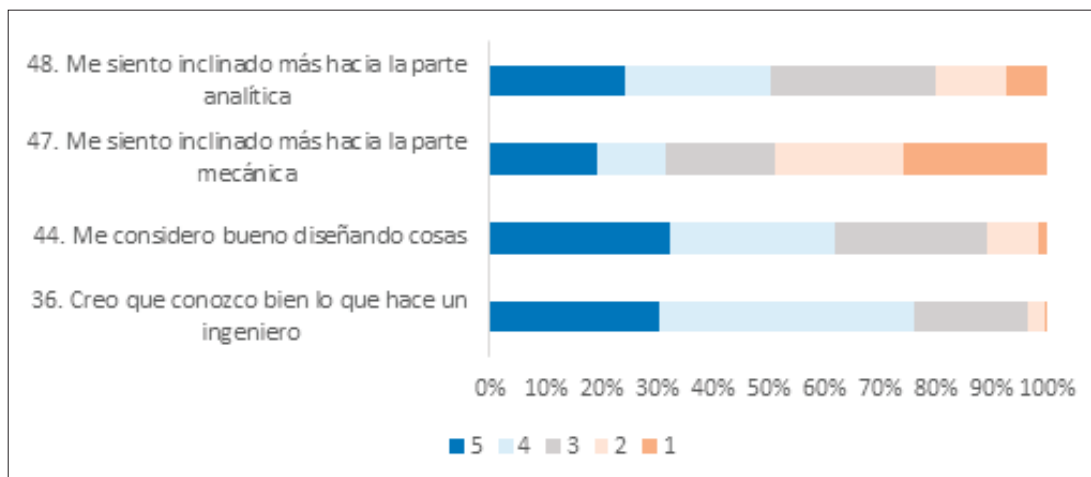
La mayoría de los estudiantes encuestados (79 %) se sienten capaces de resolver problemas abiertos, pero en menor grado problemas que tienen más de una solución (60 %). A pesar de que solo un 61 % afirman no tener dificultades para resolver problemas, la gran mayoría (89 %) siente confianza en que le irá bien estudiando ingeniería, a la vez que valora su capacidad creativa (71 %).

La Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 2016) contempla también los intereses de los estudiantes hacia las ciencias y las matemáticas y las inclinaciones dentro de esta ingeniería. La figuras 1.7 y 1.8 resumen los resultados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.7. Intereses de los estudiantes hacia las ciencias y las matemáticas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.8. Inclinaciones de los estudiantes en las ingenierías.

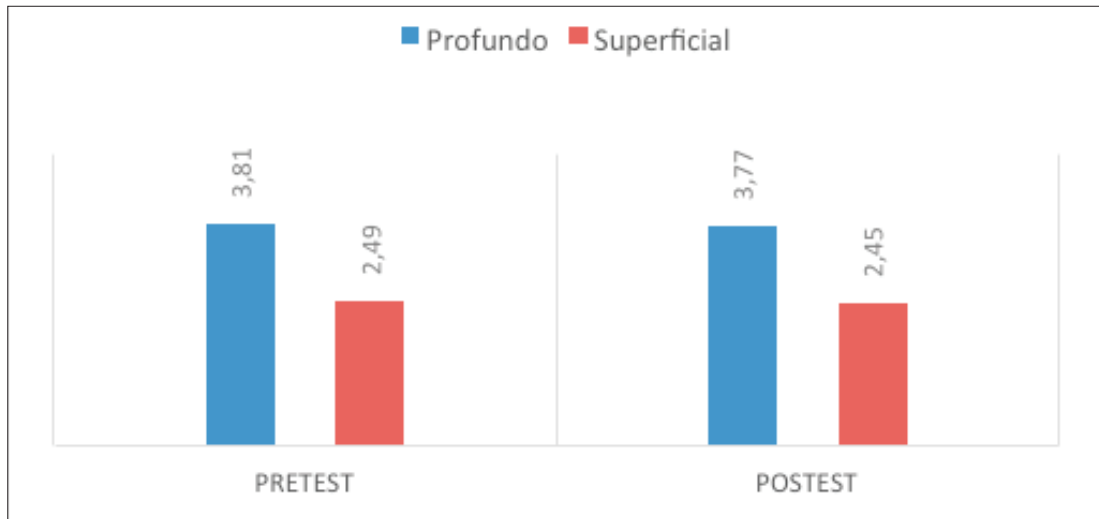
Sin duda, la mayoría de los estudiantes inscritos en ingeniería (84 %) llegan con una clara preferencia por los temas cercanos a las ciencias y las matemáticas y poca preferencia por los temas de historia o de arte (69 %). Sin embargo, dentro de esta ingeniería las preferencias no son tan claras. A pesar de que el 75 % de los encuestados conocen lo que hacen los ingenieros, y un 62 % se sienten buenos diseñando cosas, otro 50 % tienen clara preferencia hacia la parte analítica y un 31 % hacia la parte mecánica. De hecho, en la parte mecánica la preferencia es mucho menor (49 %).

Enfoques de aprendizaje

Desde la perspectiva de Bain (2004), los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos impactan positivamente los estudiantes, más precisamente su motivación, moviéndolos de enfoques superficiales a enfoques de aprendizaje profundo. A continuación, describiremos los enfoques de aprendizaje que asumieron los estudiantes de los grupos en que se configuraron los ambientes de aprendizaje. Cabe anotar que las observaciones fueron contrastadas con los enfoques de aprendizaje que estudiantes de la cohorte anterior evidenciaron en el instrumento aplicado. Respecto de esta variable se presentan los análisis descriptivos y comparativos, respectivamente.

Los enfoques de aprendizaje también se agrupan en una diada que va desde un enfoque superficial, orientado hacia el mero cumplimiento de las tareas y la evaluación, a un enfoque profundo, centrado en el aprendizaje, en la comprensión auténtica de los conceptos y en el desarrollo de habilidades. La figura 1.9 señala la prevalencia de un enfoque profundo, en azul (con una puntuación media de 3,81

y 3,77), sobre el enfoque superficial, en rojo, al inicio y final del estudio. Como se observa, no hubo mayor cambio en los enfoques de aprendizaje de los estudiantes de ambas cohortes.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.9. Comparativo de los resultados de los enfoques de aprendizaje de los docentes de ingeniería.

Los análisis de diferencias de medias a través de una prueba t para muestras independientes, resumidos en la tabla 1.5, demuestran que las diferencias entre ambos enfoques son claramente significativas, pero que no cambiaron con la implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

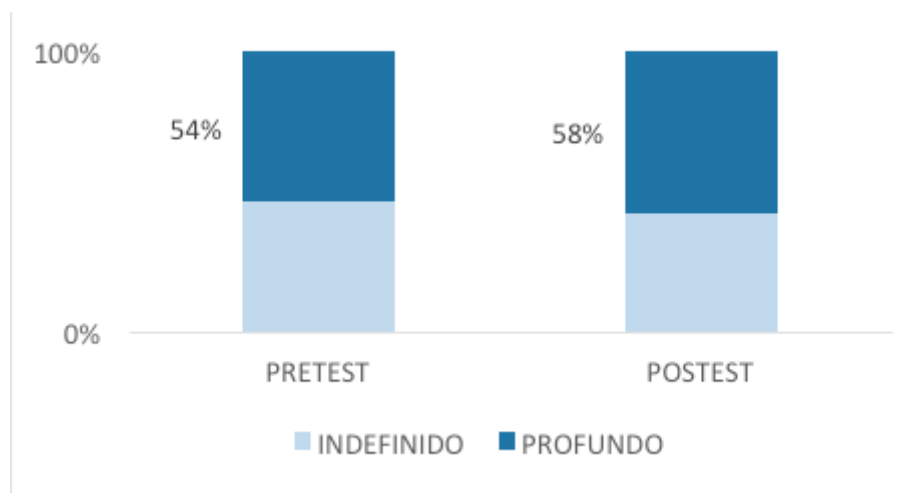
Tabla 1.5. Diferencias de puntuaciones promedio, antes y después, en la dimensión enfoque profundo

	Puntuaciones medias prepost		
	Pretest	Postest	p-valor
Profundo	3,81	3,77	0,473
Superficial	2,49	2,45	0,486
p-valor	0,00	0,00	

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia de medias entre los enfoques superficial y profundo son estadísticamente significativas al 95 % de confianza (p-valor 0,00); sin embargo, de una aplicación del test de enfoques de aprendizaje a otra, al finalizar el estudio, las diferencias son prácticamente nulas (p-valor 0,473 y p-valor 0,486). Así sucedió con el análisis del componente motivo y del componente estrategia, cuyos análisis tampoco reflejaron diferencias significativas del pretest al postest.

Descriptivamente, la figura 1.10 resume la proporción de estudiantes que adoptaron enfoques de aprendizaje definidos en cada caso. Se concluye de hecho que las proporciones del enfoque profundo y de los enfoques indefinidos (aquellos en los que la distancia entre los enfoques superficiales y profundos no es significativa) se mantuvieron invariables del pretest al postest.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.10. Comparativo de los resultados pretest y postest de los enfoques aprendizaje.

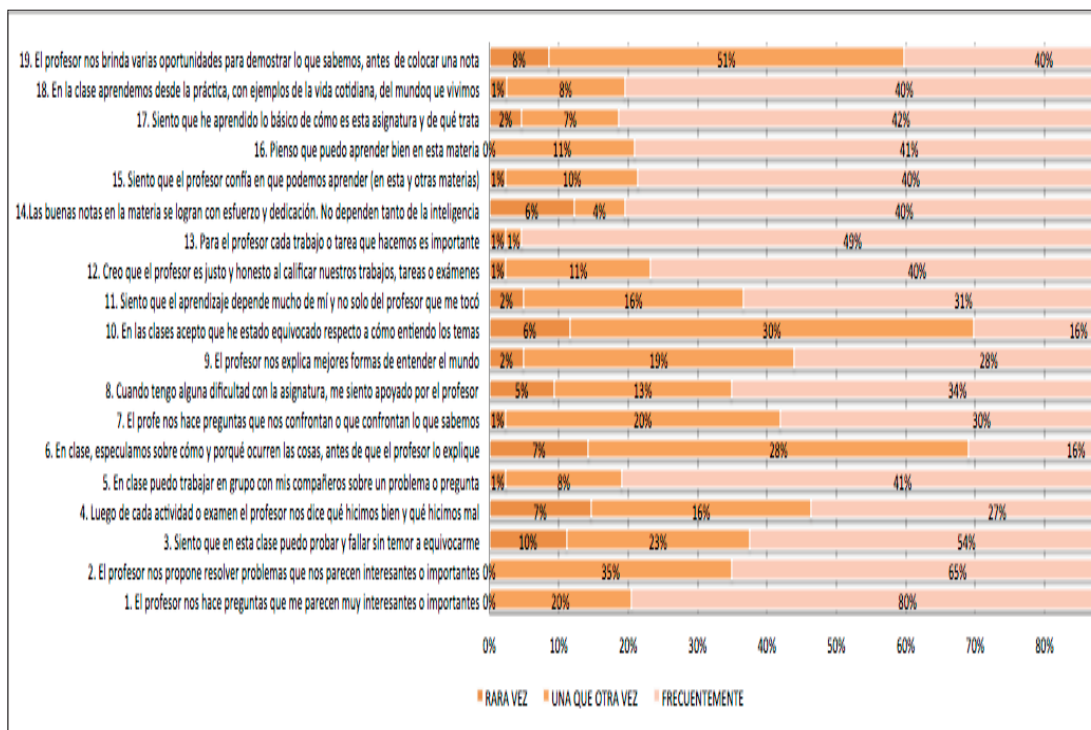
¿En qué grado los docentes lograron configurar los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos?

A partir de la descripción que Bain (2004) realiza de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos (en el grupo de docentes objeto de su estudio y que describe extensamente a lo largo de su libro), a los investigadores les fue posible elaborar una lista de quince criterios que se consideraron fundamentales en la configuración de dichos ambientes de aprendizaje.

Conforme a la lista, se diseñaron dos formatos para determinar el grado en que cada uno de los docentes logró configurar ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en cada uno de los cursos introductorios a su cargo. Un primer formato dirigido a los estudiantes de cada curso con veinte enunciados y otro diligenciado por el asistente de investigación que acompañó a cada docente durante la investigación y que se compuso de solo diez enunciados. Ambos formatos de observación de clase fueron diseñados en escalas Lickert de tres valores, que van desde 1) Rara vez, 2) Una que otra vez, 3) Frecuentemente, para facilitar la recolección de las impresiones de los estudiantes y del asistente de investigación asociado.

En principio, las valoraciones dadas por los estudiantes en el formato de observación de la clase fueron analizadas por enunciado y organizadas por categoría según los valores de la escala de Lickert. En términos generales, los resultados de la observación de los estudiantes mostraron que los docentes lograron configurar ambientes de aprendizaje de manera satisfactoria y frecuente.

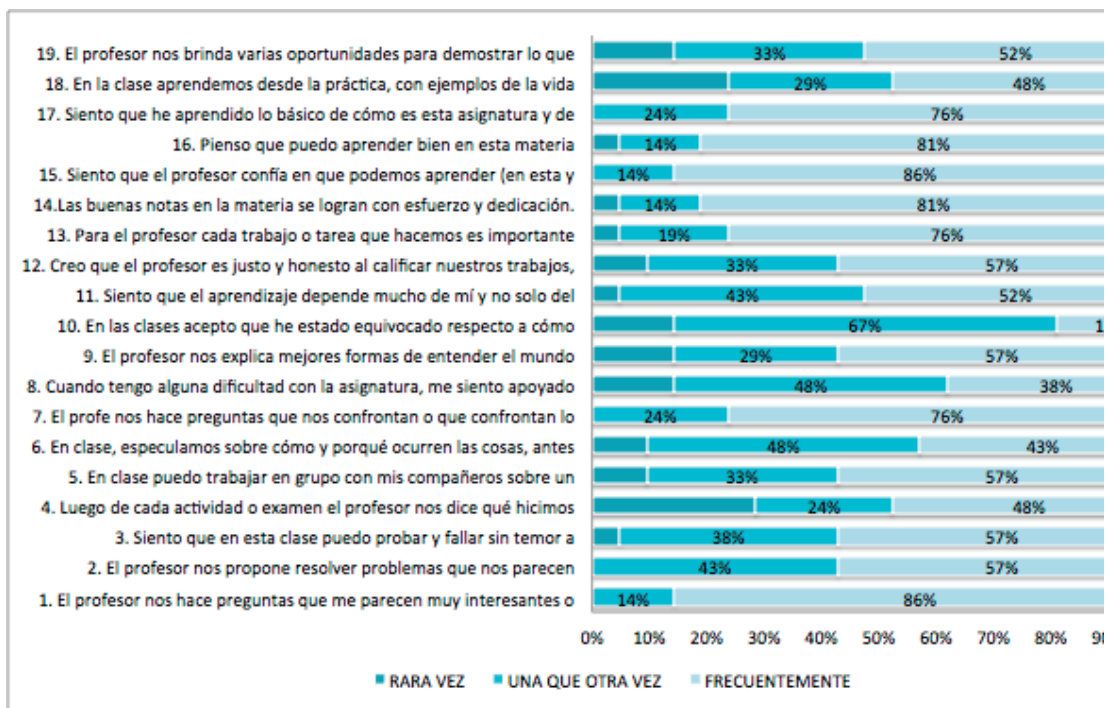
En el programa de Ingeniería Industrial, se obtuvieron resultados interesantes: el 80 % de los estudiantes consideran que frecuentemente “El profesor nos hace preguntas que me parecen muy interesantes o importantes”; por el contrario, el 10 % de ellos consideraron que rara vez sienten que en esta clase pueden probar y fallar sin temor a equivocarse, así como se muestra en la figura 1.11.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.11. Resultados de evaluación de los estudiantes de Ingeniería Industrial.

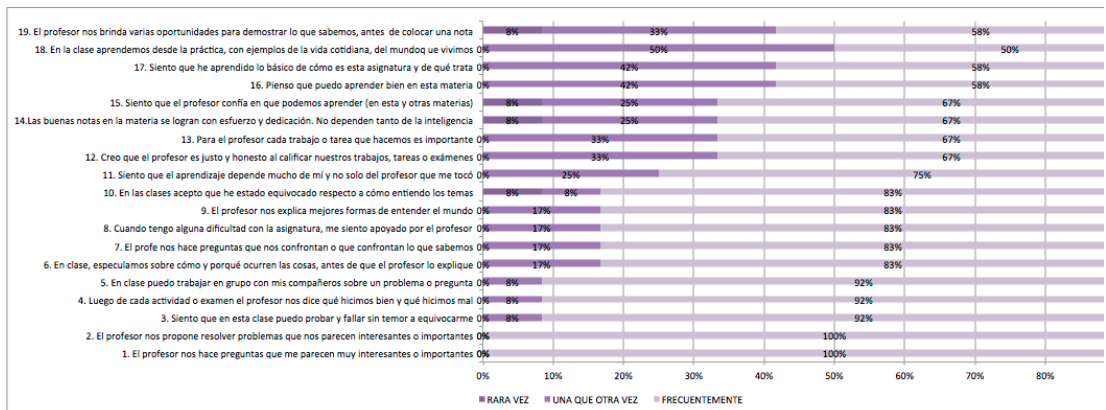
En el caso de Ingeniería de Sistemas, los estudiantes señalaron que frecuentemente los docentes tenían estos comportamientos. El 86 % consideraron que a menudo su profesor les hace preguntas que les parecen muy interesantes o importantes; además que este mismo porcentaje siente que el profesor confía en que pueden aprender en esta y otras materias. El 81 % de los estudiantes piensan que frecuentemente sus buenas notas en la materia se logran con esfuerzo y dedicación, y no dependen tanto de la inteligencia, así como que pueden aprender bien esta materia. En contraste con el 24 % que consideran que rara vez el profesor les hace preguntas que los confrontan o que confrontan lo que saben, y que sienten que han aprendido lo básico de cómo es esta asignatura y de qué se trata, tal como se muestra en la figura 1.12.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.12. Resultados de evaluación de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas.

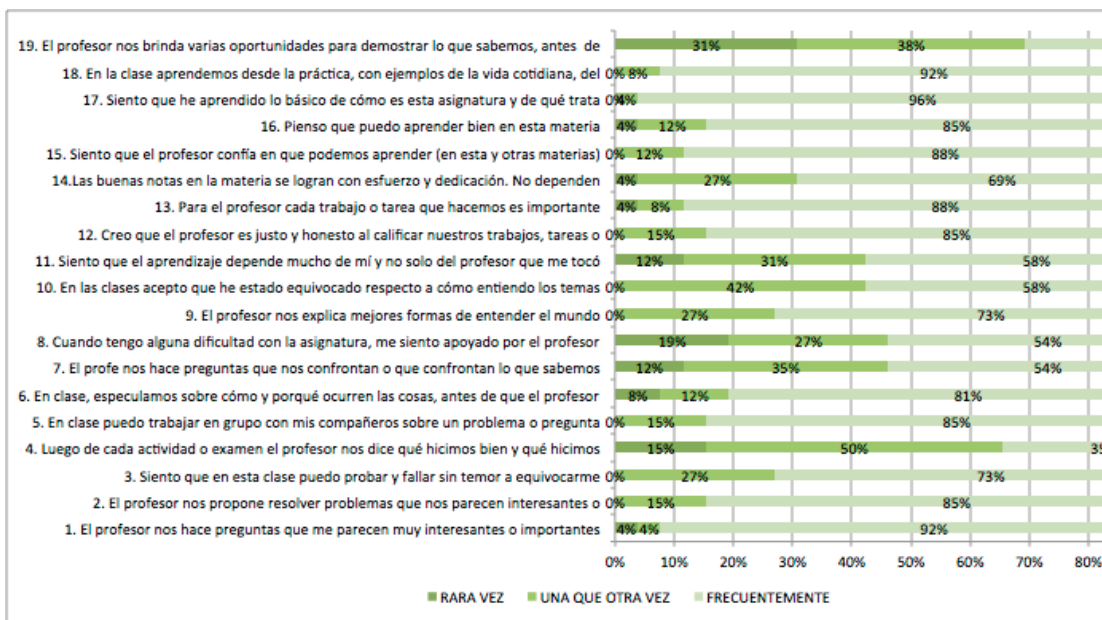
Los resultados de Ingeniería Electrónica son muy positivos, así el 100 % de los estudiantes consideraron que su profesor les hacía preguntas que les parecían muy interesantes o importantes, así como les proponía resolver problemas que les parecían interesantes o importantes, tal como se ilustra en la figura 1.13.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.13. Resultados de evaluación de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

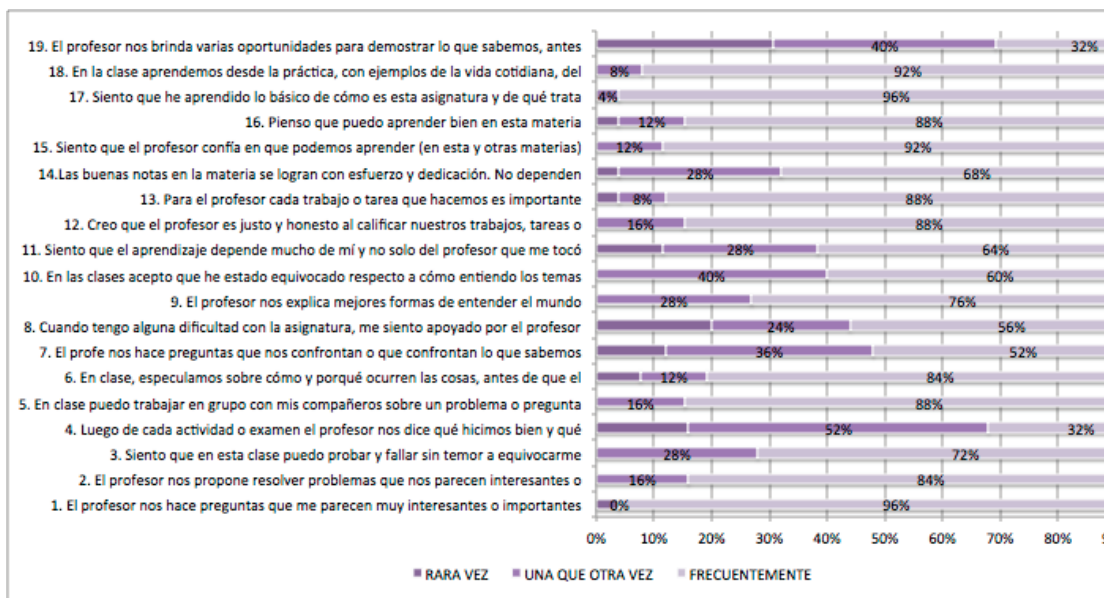
Los resultados en Ingeniería Mecánica muestran unos aspectos interesantes. El 92 % de los estudiantes consideraron que frecuentemente su profesor les hizo preguntas que les parecían muy interesantes o importantes, mientras que el 88 % indicaron que a menudo para su profesor cada trabajo o tarea que hacían era importante, así como sintieron que su profesor confió en que podían aprender en esta materia. Sin embargo, el 31 % consideran que rara vez su profesor les brindó varias oportunidades para demostrar lo que sabían, antes de colocar una nota, tal como lo muestra la figura 1.14.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.14. Resultados de evaluación de los estudiantes de Ingeniería Mecánica.

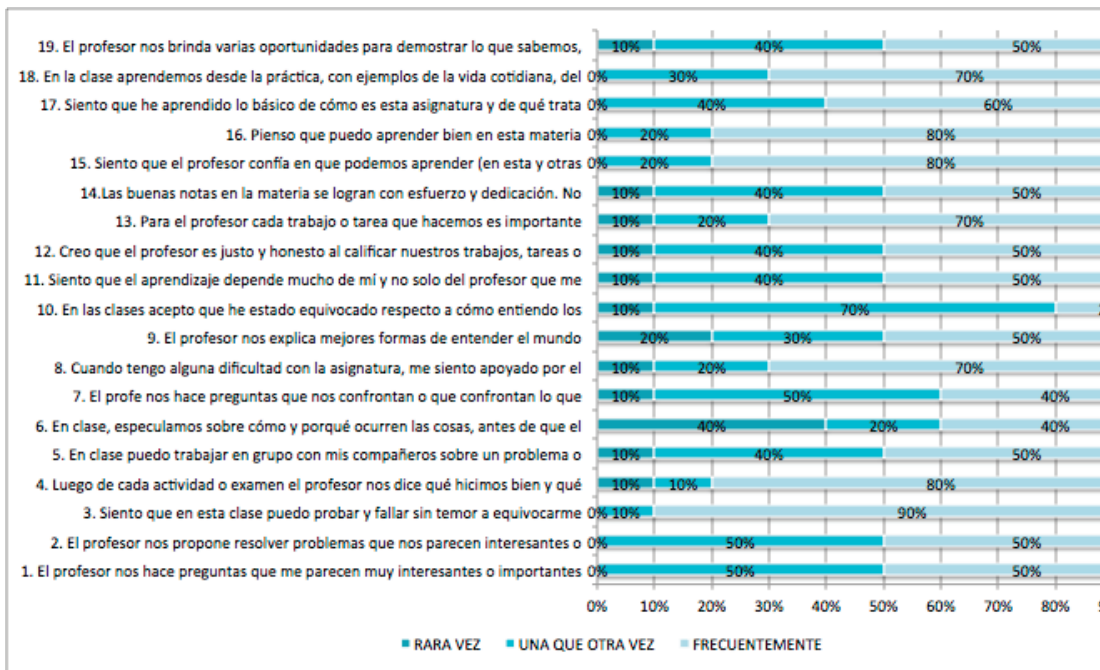
En el caso de Ingeniería Civil, sucede algo similar a lo que se presentó en Ingeniería Mecánica. El 96 % de los estudiantes consideraron que su profesor les hizo preguntas que les parecieron muy interesantes o importantes, así como sintieron que han aprendido lo básico de cómo era esta asignatura y de qué trató. El 92 % sintieron que aprendieron lo básico y del tema tratado en la asignatura (figura 1.15).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.15. Resultados de evaluación de los estudiantes de Ingeniería Civil.

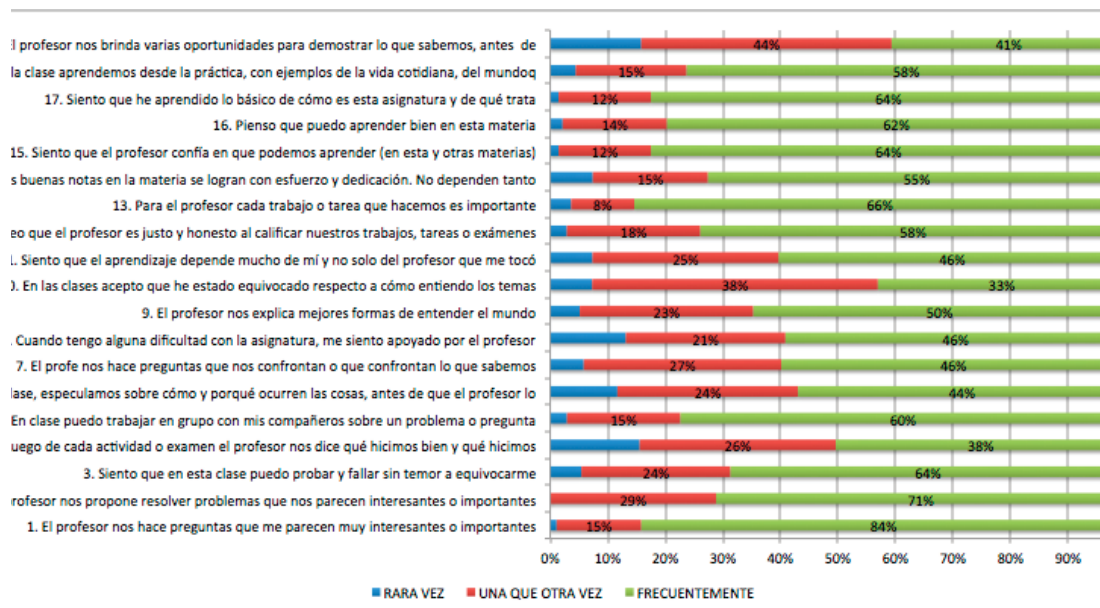
Las respuestas de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica destacaron que frecuentemente el 90 % de ellos sienten que en esta clase pueden probar y fallar sin temor a equivocarse, así como el 80 % sintieron que su profesor confió en que podían aprender en esta materia y que ellos podían aprender bien, tal como lo muestra la figura 1.16.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.16. Resultados de evaluación de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica.

Los resultados de las respuestas de la población total de estudiantes de ingeniería matriculada en el curso de Introducción a la Ingeniería mostraron que el 80 % de ellos indicaron que frecuentemente sus profesores les hicieron preguntas que les parecían muy interesantes o importantes, además que les propusieron resolver problemas interesantes. El 38 % consideraron que una que otra vez en las clases aceptaron que estuvieron equivocados respecto de cómo entendieron los temas, tal como se muestra en la figura 1.17.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.17. Resultados de la evaluación dada por los estudiantes de ingeniería.

CONCLUSIONES

El programa de Transformación de Curso 2016 tuvo como propósito influir en la metodología de enseñanza de ocho profesores de ingeniería que tuvieron a cargo los cursos introductorios para estudiantes de primer año. Los docentes configuraron espacios que buscaron crear una diferencia en los enfoques de aprendizaje de los aprendices a su cargo a través del diseño de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, que respondieron a los principios señalados por Bain (2007), atendiendo también a la naturaleza de sus expectativas respecto del estudio de la ingeniería como opción profesional.

Ambientes de aprendizaje naturalmente críticos

En general, los docentes de las diferentes ingenierías configuraron los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en un nivel satisfactorio para la investigación. Realizar preguntas problemáticas que incentivaran la discusión fue probablemente el indicador más evidente del hecho. Sin embargo, es importante resaltar que los principios de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos no se presentaron de igual manera en todos los cursos. Por ejemplo, en el caso de Ingeniería Industrial, la proporción final de estudiantes que sienten que su docente brindó oportu-

tunidades para demostrar lo que saben antes de ser calificados fue mayor que en Ingeniería Mecánica. Por el contrario, en esta última ingeniería, la mayoría de los estudiantes (88 %) reconocieron que su docente realmente revisa y le importan los trabajos y actividades de clase de cada estudiante.

En esa misma línea, el docente de Ingeniería Eléctrica configuró espacios que transmitieron autoconfianza a sus estudiantes, ya que ellos podían ser capaces de alcanzar los objetivos de la clase, mientras que el aspecto que más resaltó en Ingeniería Civil fue la percepción de los estudiantes de haber adquirido los conocimientos que se consideran básicos y fundamentales de su profesión.

Es importante destacar que la incorporación de nuevas actividades en el aula bajo los principios antes señalados implicó reformas estructurales al contenido programático en varios de los cursos introductorios. En general, todos los docentes orientaron sus cursos a la aclaración del perfil profesional de un ingeniero, a la diferenciación de su ingeniería con las demás y a la importancia de las ciencias y las matemáticas para el entendimiento de estas, para que de manera estratégica el estudiante hallara significado y propósito en su tarea (Bain, 2007).

Por otra parte, el uso de proyectos de clase para presentar al final del semestre permitió, en Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecánica, que los estudiantes desarrollaran el aprendizaje activo que los llevó a empoderarse de su responsabilidad como aprendices de la ingeniería. Las preguntas problematizadoras les permitieron en palabras de uno de los docentes, “que se sientan expertos en un tema en el que todavía no lo son”. Esto señaló así la importancia de la discusión espontánea sobre los temas claves en el oficio de cada ingeniería.

Actitudes y expectativas hacia la ingeniería

Después de indicar el efecto de estos ambientes de aprendizaje que configuraron los docentes, es necesario traer a colación las expectativas mismas de los estudiantes respecto de estudiar ingeniería. Para comenzar, a diferencia del estudio de Holmegaard, Madsen & Ulriksen (2014) en el que se encontró que los estudiantes difícilmente escogían áreas de estudio STEM al comenzar su ciclo universitario porque las percibían como rígidas y acartonadas en comparación con estudiar Administración de Empresas o Humanidades, aquí el panorama encontrado dista de ser similar. Los estudiantes del presente estudio no perciben la ingeniería como un oficio aburrido; por el contrario, la asocian con ser creativo, ser innovador, ser útil a la sociedad y con recibir reconocimiento y respeto de las demás personas.

Por otra parte, se confirma lo hallado en los estudios de Farrell, Cochrane & McHugh (2015) en los que se ha considerado importante conocer las concepciones de la ingeniería. Así, en el presente estudio, se resalta que, en concordancia con las expectativas de los investigadores, los estudiantes tienden a concebir la ingeniería como una ciencia exacta, a la vez que entienden que ella exige precisión y exactitud en los cálculos y en las decisiones que se piden tomar.

Los estudios de Robinson & Kenny (2003) son en especial reveladores para este estudio, debido a que las respuestas encontradas por estos investigadores apuntaban a que, cuanto más conocimiento sobre la ingeniería existe, este podría disuadir al estudiante respecto de querer estudiar esta carrera. En una comprensión más amplia del fenómeno de la deserción en educación superior, cuando un estudiante se hace más consciente y conocedor de los aspectos reales de la ingeniería que piensa estudiar, esto lo lleva a confirmar o no sus expectativas iniciales, expectativas probablemente ligadas a estereotipos populares sobre lo que hace cada ingeniero (y que muchas veces distan de ser los correctos). En el presente estudio, conocer sobre qué es ser ingeniero, implicar al aprendiz en su descubrimiento, aclararle el campo en el que piensa ejercer, tanto para tomar la decisión de cambiar de programa como para tomar la decisión de quedarse en él, fueron parte del cambio metodológico y temático que se produjo en las asignaturas en el programa Transformación de Curso. Así las cosas, los resultados de actitudes y expectativas hacia la ingeniería de este estudio están en franca oposición a lo hallado por Robinson & Kenny (2003), ya que un alto porcentaje de estudiantes (91 %), que respondieron la Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 2016), consideran que vale la pena estudiar ingeniería, además que hacerlo valdría la pena (91 %) dados los futuros beneficios (97 %), así como sopesaron que son más las ventajas de estudiarla (96 %), puesto que piensan que resultará satisfactorio (96 %) y gratificante (97 %) el estudio.

Gracias a algunos principios sobre ambientes de aprendizaje naturalmente críticos que el docente de Ingeniería Eléctrica configuró espontáneamente en semestres anteriores, emergió una figura de tutoría (no oficial de estudiantes de semestres superiores) en la que involucra a los estudiantes en actividades extracurriculares dirigidas a concebir, probar y algunas veces profundizar en el oficio docente. Estos tutores extracurriculares les sirven de apoyo a los estudiantes de primer semestre que cursan Introducción a la Ingeniería con este docente. Esto ha sido posible por la motivación y el grado de empatía que logró con ellos, y ahora, cuando ellos están cursando segundo y tercer semestre siguen participando en actividades de formación vinculadas al curso de Introducción a la Ingeniería.

Posiblemente, las anotaciones de Besterfield-Sacre, Atman & Shuman (2016), en las que indican que las expectativas de los estudiantes cambian con el tiempo, son coherentes con la actitud de los estudiantes que finalizaron los cursos introductorios con una mejor disposición hacia el estudio de la ingeniería. Sin embargo, una investigación posterior debería apuntar a verificar el cambio en las expectativas como resultado de la configuración de los ambientes de aprendizaje que conlleven el aprendizaje profundo en ingeniería.

Enfoques de aprendizaje

Ahora bien, bajo este panorama de expectativas hacia el estudio de la ingeniería, y conociendo lo indicado por Bain (2007) en relación con los enfoques de aprendizaje que emergen en los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, pasamos a examinar si se apreció un efecto notable sobre los enfoques de aprendizaje de los estudiantes en los cursos introductorios de ingeniería. Al respecto, se puede decir que en términos generales los enfoques de aprendizaje presentaron muy poca variación del pretest al postest. Los puntajes medios de todos los estudiantes se mantuvieron similares tanto para el enfoque superficial como para el enfoque profundo, como lo reflejan las pruebas estadísticas de diferencias de medias citadas en los resultados y el contraste de las proporciones entre estudiantes con un enfoque de aprendizaje definido (para el caso particular, enfoque profundo) y aquellos que no.

Sin embargo, pareciera haber en ambos casos un predominio del enfoque profundo, orientado hacia el dominio y la comprensión profunda de lo enseñado y una actitud activa y empoderada hacia el propio proceso de aprendizaje (Gargallo, Garfella y Pérez, 2006). Es importante aclarar que el enfoque superficial, orientado exclusivamente a evitar el fracaso académico, no pudo ser detectado a partir del test aplicado.

De cualquier forma, estas orientaciones no deben entenderse como características estables del estudiante, sino como intenciones que emergen de las dinámicas docentes-estudiantes y los contenidos. En ese sentido, dado que son menos de dieciséis horas de clase las que componen los cursos introductorios, no es fácil, a partir de lo que hizo cada docente, determinar con precisión un cambio en las intenciones por configurar ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

RECOMENDACIONES

Desde los inicios del programa Transformación de Curso, los docentes involucrados solicitaron el aumento de las horas de esta asignatura, que hasta el momento cuenta con una hora semanal. Ellos proponen que se amplíe una hora más, de carácter

práctico, para que puedan trabajar con las estrategias de aprendizaje necesarias para crear ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Asimismo, en las reuniones quincenales de la CAD, los profesores expresaron que sería conveniente realizar este mismo ejercicio, pero con una visión a lo largo del currículo con miras a estructurar el eje de desarrollo de competencias centrado en el diseño en ingeniería con mayor claridad. Una reflexión muy importante de los profesores y que debe ser analizada en conjunto con las directivas de ingeniería y de la universidad.

REFERENCIAS

- Bain, K. (2004). What makes great teachers great? *Chronicle of Higher Education*, 50(31), B7-B9.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios* (2.^a ed.). Barcelona, España: Universitat de València.
- Bain, K. (2012). *Natural critical learning environment*. Best Teachers Institute.
- Bain, K. & Zimmerman, J. (2009). Understanding great teaching. *Peer Review*, 11(2), 9-12. Recuperado de <http://learningforte.com/wp-content/uploads/2015/08/Ken-Bain-and-James-Zimmerman.pdf>
- Besterfield-Sacre, M., Atman, C. & Shuman, L. J. (2016). *Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey*. Recuperado de https://www.engineering.pitt.edu/uploadedFiles/_Content/Sub_Sites/Centers/EERC/_Documents/Reference_Materials/Pittsburgh%20Freshman%20Engineering%20Attitudes%20Survey.pdf
- Besterfield-Sacre, M., Atman, C. J., Shuman, L. J., Porter, R. L., Felder, R. M. & Fuller, H. (1996). *Changes in freshman engineers' attitudes-a cross institutional comparison: What makes a difference?* Ponencia presentada en Technology-Based Re-Engineering Engineering Education Proceedings of Frontiers in Education FIE'96 26th Annual Conference, Salt Lake City, EE. UU.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid, España: Narcea.
- Carrascal Torres, N., Alvarino Bettín, G. y Díaz Buitrago, E. (2009). Estrategias mediadas por TIC para el desarrollo de enfoque de aprendizaje profundo en estudiantes universitarios. *Folios*, 29, 3-18.
- Farrell, L., Cochrane, A. & McHugh, L. (2015). Exploring attitudes towards gender and science: The advantages of an IRAP approach versus the IAT. *Journal of Contextual Behavioral Science*, 4(2), 121-128.

- Gargallo López, B., Garfella Esteban, P. R. y Pérez Pérez, C. (2006). Enfoques de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Bordón: Revista de Orientación Pedagógica*, 58(3), 327-343.
- Graham, J. M. & Caso, R. (2002). *Measuring engineering freshman attitudes and perceptions of their first year academic experience: The continuing development of two assessment instruments*. Ponencia presentada en ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston, EE. UU.
- Hernández Pina, F., Arán Jara, A. y Salmerón Pérez, H. (2012). Enfoques de aprendizaje y metodologías de enseñanza en la universidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 3(60). Recuperado de www.rieoei.org/deloslectores/4878Hdez.pdf
- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M. & Ulriksen, L. (2014). To choose or not to choose science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186-215.
- Lee, H. S., Flores, L. Y., Navarro, R. L. & Suh, H. N. (2018). Development and validation of the negative outcome expectations scale in engineering (NOES-E). *Journal of Career Assessment*, 26(1), 52-67.
- Malik, Q., Koehler, M. J., Mishra, P., Buch, N., Shanblatt, M. & Pierce, S. J. (2009). *Participation in a freshman design sequence and its influence on students' attitudes towards engineering*. Ponencia presentada en 2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference, San Antonio, EE. UU.
- Meltzoff, J. (2000). *Crítica a la investigación: psicología y campos afines*. Madrid, España: Alianza.
- Pérez Cabaní, M. L. (1999). El aprendizaje escolar desde el punto de vista del alumno: los enfoques de aprendizaje. En C. Coll Salvador, Á. Marchesi Ullastres y J. Palacios (Comps.), *Desarrollo psicológico y educación. Vol. 2: Psicología de la educación escolar* (pp. 285-308). Madrid, España: Alianza.
- Robinson, M. & Kenny, B. (2003). Engineering literacy in high school students. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 23(2), 95-101.
- Saucedo, M. (2004). *Relación entre enfoques de aprendizaje, rendimiento académico y satisfacción de los alumnos en un curso de formación profesional ocupacional a distancia* (Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, España).
- Trigwell, K. & Prosser, M. (2004). Development and use of the approaches to teaching inventory. *Educational Psychology Review*, 16(4), 409-424.
- Vázquez Martínez, A. I. (2013). Relación entre el enfoque de aprendizaje en el rendimiento académico universitario: un estudio de caso. *Píxel-Bit*, 42, 7-21. Recuperado de https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/13108/file_1.pdf?sequence=1

2

INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA MECÁNICA: CÓMO LLEGAN LOS DE PRIMER INGRESO

Lesmes Antonio Corredor Martínez

Docente Investigador
Departamento de Ingeniería Mecánica
lcorredo@uninorte.edu.co

Karla Judith de la Hoz del Villar

Asistente de investigación
kdelvillar@uninorte.edu.co

INTRODUCCIÓN

Según Gomes (2000), “la reflexión de la práctica pedagógica es un ejercicio de aprendizaje, de encuentros y reencuentros, de revisión, de volver a pensar la práctica de manera creativa, innovadora, transformadora” (p. 124). Es a partir de este ejercicio reflexivo que el quehacer pedagógico se enriquece para propiciar experiencias significativas de aprendizaje en los estudiantes que les permitan explorar, valorar paradigmas, interrogarse, cuestionar la realidad y plantear alternativas creativas de solución a situaciones problema. Con miras a fortalecer la práctica pedagógica como un ejercicio reflexivo, se presenta a continuación una investigación de aula realizada con estudiantes de primer semestre de Ingeniería Mecánica en el segundo semestre de 2016, que tuvo como objetivo explorar el pensamiento creativo y su percepción del programa durante la experiencia de clases orientadas desde los principios de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos de Bain (2004).

Esta experiencia de aula se originó por el interés de conocer con qué expectativas, motivaciones, ideas y capacidades para resolver problemas ingresan los estudiantes de Ingeniería Mecánica en la Universidad del Norte, en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Mecánica. Para ello, se hizo uso de protocolos de observación de clase con el fin de conocer cómo es la interacción entre docente y estudiantes, y cómo se da la dinámica de clase; asimismo, se aplicó un cuestionario al grupo de estudiantes para conocer su percepción y las expectativas. Por último, se generaron situaciones problema frente a las cuales ellos debían plantear soluciones que fueron evaluadas conforme a los componentes de la creatividad planteados por los teóricos consultados.

El presente capítulo está compuesto de los siguientes apartados: los antecedentes en los que se exponen brevemente las dificultades y circunstancias que dieron origen a la propuesta y la pertinencia de esta; la descripción de la intervención realizada paso a paso; la revisión de la literatura de los principales conceptos y teorías que sustentan la propuesta, así como investigaciones similares realizadas; los objetivos de la investigación, tanto general como específicos que demarcan el camino de la investigación; el diseño de la investigación de aula que contiene la metodología utilizada, la muestra poblacional, las técnicas y los instrumentos de la investigación y la descripción paso a paso de la investigación de aula; los resultados encontrados y su posterior análisis a la luz de la teoría; la conclusiones más importantes; y, por último, unas recomendaciones finales para el desarrollo de experiencias similares.

1. ANTECEDENTES

La asignatura de Introducción a la Ingeniería es la única del plan de estudios de la Ingeniería Mecánica que tiene un solo crédito, razón por la cual los estudiantes de primer ingreso no le dan la debida importancia desde el inicio del semestre académico. Esa premisa obliga al docente de la materia a ser muy innovador en ese espacio de una hora semanal, pues existe una percepción generalizada del alumno de que es una introducción a la vida universitaria y no su primer contacto con el programa. Esta es una situación muy diferente de la que se presenta en la gran mayoría de las universidades de primer nivel en el mundo, en las que el estudiante tiene su primera experiencia de diseño en ingeniería con una intensidad semanal no inferior a tres horas.

El docente, muy consciente de esta diferencia de enfoque y de restricción de tiempo, debe ser muy creativo y recursivo para despertar en el futuro ingeniero mecánico su interés por la disciplina, los aspectos relacionados con el desempeño profesional y ético, así como mostrarle su proyección hacia el mundo laboral y empresarial globalizado, sin dejar de lado por supuesto que este primer contacto con los profesores del departamento sea un agente motivador para permanecer en el programa. Al intentar emular la práctica de esta asignatura en las universidades referentes en ingeniería a nivel global, esto obligó al docente a replantear el curso completamente introduciendo actividades orientadas a potenciar el pensamiento creativo mediante el desarrollo de un proyecto a lo largo del curso, consistente en el diseño y la construcción de un dispositivo innovador para la poda de árboles autóctonos. Esta es una orientación desde la *síntesis* que es la base del proceso de creación en ingeniería, de igual forma desde el *análisis* se recurrió a la exploración y el entendimiento del funcionamiento y de la aplicación de los conceptos de transformación de movimiento y energía impartidos en clase en un perro mecánico que tiene gran parte de los componentes usados en las máquinas diseñadas por los ingenieros mecánicos.

El nuevo enfoque, además de innovador, está muy alineado con los lineamientos de Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) en cuanto a que el ingeniero debe ser capaz de identificar, formular y resolver problemas, así como trabajar en equipo y diseñar experimentos para conocer variables desconocidas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN PROPUESTA

Antes de implementar la innovación en la asignatura, justificada por su intensidad horaria semanal, esta se orientaba a una introducción a la vida universitaria a la cual

los estudiantes le restaban importancia. Para llevar a cabo esta estrategia, fuimos invitados por el Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte a participar en el programa Transformación de Curso 2016. A continuación, y con su apoyo, se realizó el rediseño del curso que consistió en la descomposición de la asignatura en cinco bloques:

- La enseñanza de los pilares de la carrera centradas en transformaciones de movimiento y energía.
- El acompañamiento del aprendizaje de esos conocimientos con la práctica mediante el análisis de un juguete mecánico.
- Una serie de charlas brindadas por los profesores del programa en distintas áreas del conocimiento y de aplicación de la ingeniería mecánica, acompañadas de actividades prácticas.
- El análisis del plan de estudios desde una situación problema real, en la que el estudiante iba identificando las necesidades de conocimiento y reconociendo la importancia de las asignaturas.
- El desarrollo de un proyecto aplicado a lo largo del curso en el que el estudiante pudo corroborar las restricciones reales ligadas al diseño en ingeniería y explorar su creatividad.

La forma de evaluar la asignatura también cambió bastante, puesto que el proyecto de aplicación pasó a tener un porcentaje importante al igual que las nuevas actividades incorporadas, orientadas siempre al “hacer” y al conocimiento constructivo.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Sobre la creatividad

La creatividad es, según Guilford (1950), una actividad mental que hace parte de lo que denominó pensamiento divergente, que es el tipo de pensamiento que, frente a un problema específico, permite formular diversas alternativas de solución, en oposición al pensamiento convergente, en el que solo es posible una opción determinada para dar solución a un problema. Este pensamiento creativo es considerado un recurso fundamental para la resolución de problemas de diversa naturaleza, dadas las competencias que lo componen y su relación con el éxito en el desenvolvimiento de la cotidianidad (Franco, Butler & Halpern, 2014).

Al respecto, Torrance (1974) precisó la creatividad como el proceso por el cual se descubren problemas o vacíos de información, se formulan ideas, se establecen hipótesis, se prueban y se hallan resultados. Asimismo, y según los trabajos realizados por Guilford (1950), estableció un test para medir la creatividad, que evalúa el pensamiento divergente para la solución de situaciones problema, teniendo en cuenta los siguientes componentes:

- **Fluidez:** es una característica de la creatividad que se relaciona con la posibilidad de generar un alto número de ideas o alternativas de solución frente a un mismo problema (Torrance, 1974).
- **Flexibilidad:** es una característica que tiene que ver con los cambios, las modificaciones y los replanteamientos que se hacen durante el proceso para lograr solucionar un problema o las variantes de este. Es, en otras palabras, la capacidad de generar distintas ideas que permitan transitar de un enfoque de pensamiento a otro, así como para hacer uso de distintos métodos y estrategias de solución a situaciones problema (Torrance, 1974).
- **Originalidad:** es la característica que se relaciona con la capacidad o disposición para generar de forma particular respuestas o alternativas poco usuales, novedosas, remotas, poco convencionales e ingeniosas para la solución de un problema (Torrance, 1974).
- **Elaboración:** se relaciona con el nivel de organización, diseño, complejidad y detalle con el que se piensan, desarrollan y completan las ideas creativas (Torrance, 1974).

Sobre el pensamiento crítico

Franco, Almeida y Saiz (2014) señalan dos componentes que constituyen el pensamiento crítico: competencias y disposiciones. Las primeras se refieren a los procesos de razonamiento verbal, búsqueda de evidencias, análisis de puntos de vista, argumentación de las creencias personales, diferenciación entre opiniones y hechos, planteamiento o validación de hipótesis, toma de decisiones y solución de situaciones problema (Facione, 2011; Halpern, 2006; Hussein, 2008). Las segundas son las dimensiones que posibilitan o entorpecen la puesta en marcha de las competencias del pensamiento crítico, tales como el compromiso con el aprendizaje propio, el esfuerzo para comprender y adoptar puntos de vista diferentes, la apertura a la crítica y la retroalimentación, la disposición para la reflexión, la toma de decisiones y la solución de problemas que le permitan lograr lo que se ha propuesto (Franco et al., 2014; Halpern, 2014; Saiz & Rivas, 2010).

Pensar críticamente implica la capacidad de buscar distintas fuentes de información, y valorar cuál de estas es la más válida y relevante para luego utilizarlas en la toma de decisiones para la solución de problemas de la mejor forma posible (Franco et al., 2014).

Sobre los principios de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos

Los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos son entornos espontáneos porque despiertan la atención de los estudiantes, suscitan espacios para la defensa de posturas y la toma de decisiones en los que se valora la retroalimentación que reciben/solicitan para conocer sus fortalezas y debilidades, teniendo la posibilidad de equivocarse y volverlo a intentar (Bain, 2007). Asimismo, son críticos por cuanto el estudiante razona a partir de las evidencias, explica sus ideas o argumentos y replica posturas de otros autores.

Estos ambientes de aprendizaje se caracterizan por que desde el rol que cumple el profesor este realiza a los estudiantes preguntas intrigantes y provocadoras; explica la relevancia de las preguntas que efectúa para explorar hechos o fenómenos; promueve operaciones mentales, como el análisis, la evaluación, la síntesis, la comparación, la aplicación a la vida real y la formación de posturas; y apoya a los estudiantes para encontrar respuestas a las preguntas y les brinda herramientas para que puedan seguir aprendiendo de forma autónoma (Bain, 2007).

Por otra parte, el rol que cumplen los estudiantes en estos ambientes de aprendizaje tendería más a tratar de responder preguntas o solucionar problemas intrigantes y relevantes para ellos. Lanzan respuestas o juicios con la intención de probar, fallar y recibir retroalimentación por parte del profesor; se apoyan entre compañeros para resolver los problemas; reafirman o refutan sus formas de ver y entender el mundo según su funcionalidad en la cotidianidad; y confían en sus posibilidades de aprendizaje y en la relevancia de sus trabajos (Bain, 2007).

Otras investigaciones realizadas con estudiantes de ingeniería en los primeros semestres

Una investigación realizada por Godwin, Potvin, Hazari & Lock (2016) con estudiantes de ingeniería matriculados en cursos introductorios tuvo como objetivo investigar cómo las identidades de los estudiantes relacionados con la matemática, la física y sus creencias sobre el alcance de la ciencia para resolver problemas del mundo predicen la elección de la ingeniería como carrera profesional.

Con esta investigación, se encontró que estas identidades tienen estrecha relación con la elección de la ingeniería y que el interés por temas relacionados con físicas y matemáticas son predictores de esta opción de carrera. Asimismo, que las creencias de los estudiantes sobre cómo será el rendimiento/competencia en esta carrera son negativas al ingresar, pero influyen en el interés y en el reconocimiento de otros.

Dentro de las ideas concluyentes de esta investigación, se destaca que para comprender la elección de carrera es necesario tener en cuenta que los estudiantes tienen creencias afectivas y expectativas que los motivan en su elección, y que sus identidades relacionadas con los temas de física y matemáticas son el recurso que tienen antes de ingresar a estudiar tales carreras en la universidad. Por lo que estas identidades son las que deben desarrollarse en los estudiantes antes de iniciar carrera en ingenierías, así como aquellos que ven aplicación práctica de la ingeniería para resolver problemas y mejorar el mundo son más proclives a preferir la ingeniería como carrera profesional.

Otra investigación realizada por Ortiz, García y Machín (2002) tuvo como objetivo estimular la creatividad en estudiantes de una asignatura de Elementos de Máquinas del programa de Ingeniería Mecánica a través de experiencias alternativas durante las clases, tales como planteamiento de problemas, trabajos grupales y estrategias para generar ideas. Esta experiencia permitió motivar el estudio del curso e implicarse en el diseño de gran complejidad, así como conocer el estado de la creatividad de cada uno de los estudiantes en relación con cuatro indicadores, originalidad, fluidez, flexibilidad y elaboración, y reflexionar sobre las características de un ingeniero mecánico para gestar cambios desde su profesión, así como motivar el estudio del curso.

4. OBJETIVOS

El objetivo general es analizar el pensamiento creativo y crítico en la solución de problemas, así como la percepción de los estudiantes de Introducción a la Ingeniería Mecánica hacia este programa académico.

Objetivos específicos

- Caracterizar las experiencias de enseñanza orientadas por el docente haciendo hincapié en la dinámica de interlocución entre profesor-estudiantes y estudiantes-estudiantes.

- Examinar el pensamiento creativo de los estudiantes a través de la resolución de problemas.
- Observar el pensamiento crítico de los estudiantes a través de la resolución de problemas.
- Estudiar la incidencia del planteamiento de situaciones problema durante la clase en el apropiamiento de los conocimientos de la ingeniería mecánica.
- Conocer la percepción de los estudiantes hacia el programa de Ingeniería Mecánica.

5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA

Metodología

La investigación que se presenta en este capítulo se caracterizó por ser mixta, debido a que se combinaron los enfoques cualitativo y cuantitativo durante todo el proceso. Se hizo uso de técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos de ambos enfoques en el desarrollo de la investigación, tales como protocolos de observación desde el enfoque cualitativo y cuestionarios y rúbricas desde el enfoque cuantitativo. Los datos recogidos con estos instrumentos permitieron dar cuenta de cómo transcurren las experiencias de clase, las interrelaciones que allí se tejen, los cuestionamientos, las disyuntivas, los paradigmas que se construyen y se deconstruyen, así como explorar y evaluar en profundidad las variables del estudio (Hernández, Fernández-Collado y Baptista, 2003).

Muestra

Debido a que la estrategia de transformación de curso fue implementada durante el segundo semestre de 2016, en este periodo ingresó un pequeño grupo (26) de estudiantes al programa de Ingeniería Mecánica. Por ello, el docente de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Mecánica decidió invitarlos a todos a participar de este estudio, teniendo en cuenta que constituían un grupo muy homogéneo por la edad, la carrera a la que pertenecían y el periodo de ingreso.

Instrumentos

Para la recolección de los datos durante la experiencia investigativa con los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Mecánica, se hizo uso de las técnicas y los instrumentos que se describen en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Técnicas e instrumentos utilizados en el estudio

Técnica	Instrumento	Objetivo	Dirigido a:
Observación participante	Protocolo de observación de clase del CEDU	Identificar la percepción de los estudiantes sobre las clases orientadas desde la estrategia de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.	Estudiantes
Observación no participante	Protocolo de observación de clase del CEDU	Reconocer, desde la práctica del docente, los aspectos esenciales de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.	Docente
Encuesta	Cuestionario de expectativas (Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey) (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 2016)	Señalar las percepciones y motivaciones de los estudiantes hacia su carrera.	Estudiantes
Experimental	Rúbrica de evaluación	Determinar la presencia de los componentes de la creatividad en la solución a problemas por parte de los estudiantes.	Estudiantes

Fuente: Elaboración propia.

Descripción paso a paso de la investigación de aula

Las sesiones de clase desarrolladas con los estudiantes fueron de una hora semanal. En la primera sesión, se les planteó una situación problema a la que se apuntaría cada una de las actividades que se realizarían desde la clase. En cada una de las sesiones siguientes, se les planteaba a los estudiantes preguntas provocadoras que permitieran llevar a los estudiantes a descubrir todo lo que necesitarían saber para la construcción del instrumento, se les proponían situaciones problema frente a las cuales debían plantear distintas alternativas de solución, hacer hipótesis, etc.

En la tabla 2.2, se detallan las cinco sesiones de clase más relevantes.

Tabla 2.2. Sesiones de trabajo con los estudiantes más significativas y relevantes

Sesiones	Contenidos
1	Se trabajó la temática de las máquinas, los tipos de engranaje y las transformaciones de movimiento. Los estudiantes plantearon y resolvieron preguntas con ayuda del docente, tales como ¿qué es una máquina?, ¿cómo funcionan las máquinas?, ¿cuáles son las características comunes entre las máquinas?, ¿dónde hay máquinas en la vida real? Asimismo, intervinieron haciendo comentarios de sus experiencias cercanas con máquinas de las que disponen en su casa, tales como aires acondicionados, abanicos, televisores, etc. Se les propuso como actividad extracurricular revisar con detalle un ventilador y explorar su funcionamiento.
2	Con el objetivo de analizar el movimiento, los estudiantes, con un perro mecánico que llevaron por grupos, hallaron la potencia en vatios, descubrieron diferentes transformaciones del movimiento y los tipos de engranaje. Mientras trabajaban en grupo, el profesor orientaba la exploración de la máquina y la solución de las preguntas realizadas. Por grupo, explicaron el procedimiento que efectuaron para hallar los voltios del motor, se les explicó los diferentes métodos de medición, las formas para hacerlo y los aparatos que se necesitan. Finalmente, reconocieron que tuvieron dificultades para entender la diferencia entre medir y calcular, para hacer las mediciones porque no tenían instrumentos y no sabían cómo hacerlo, pero que fue muy valioso para ellos el experimento porque nunca antes habían hecho algo parecido y que hasta el momento había sido la experiencia más cercana que habían tenido de su programa de Ingeniería Mecánica.
3	Para esta clase, los estudiantes debían haber revisado el plan de estudios de Ingeniería Mecánica e identificar las asignaturas que creen necesitar para construir un perro mecánico y que, a su vez, les fuesen útiles para construir la herramienta de la poda. Frente a la asignatura de Expresión Gráfica, por ejemplo, señalaron que era útil para aprender a plasmar en papel lo que se va a hacer en físico; la asignatura de Física Mecánica para conocer la dinámica del movimiento; asimismo, justificaron la importancia para la finalidad planteada de asignaturas como Ciencia de los Materiales, Diseño de Sistemas Mecánicos y Modelos de Sistemas Dinámicos. Al finalizar, se resaltó igualmente el componente de formación básica de la malla en la que el componente sociohumanístico desempeña un papel fundamental en la creación de máquinas, en la medida en que se valora el efecto positivo o negativo de un artefacto para el hombre y el medio ambiente.
4	Para esta sesión, se tuvo como objetivo la exploración de distintas alternativas de solución ante una situación problema. Inicialmente, cada estudiante evaluó el problema del cambio climático y plasmó en un esquema mental las respuestas a preguntas como ¿cuáles son sus causas?, ¿cuáles son sus consecuencias?, ¿cómo solucionar el problema? Luego, por grupos, realizaron un listado de todas las alternativas de solución al problema, teniendo en cuenta que fuesen lo más novedosas y distintas entre ellas. Al finalizar la clase, cada grupo compartió lo realizado, dando lugar a un debate entre docente-estudiantes y estudiantes-estudiantes en la medida en que se evaluaba la viabilidad de las propuestas.
5	En esta oportunidad, los estudiantes hicieron un ejercicio práctico con los recibos de energía de sus casas y con los datos de consumo que previamente extrajeron de los acondicionadores de aire de sus casas y evaluaron su consumo de energía eléctrica, compararon con el recibo el número de horas probable de uso y reflexionaron si es viable la implementación en su vivienda de paneles solares fotovoltaicos para la alimentación de los acondicionadores. Con estos problemas, los estudiantes entregaron un trabajo escrito que sería evaluado y quienes quisieran mejorarlo tenían la posibilidad de enviar un correo para hacer un nuevo envío.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe resaltar que en su gran mayoría las actividades tuvieron dos momentos: el primero individualmente, en el que el estudiante planteaba sus propias ideas, y un segundo momento en el que en un trabajo grupal construían de forma colectiva ideas más robustas y complejas.

Para el desarrollo de los trabajos de clase, se hizo uso de varias herramientas de apoyo, como los mapas conceptuales, el juego de energías renovables Power Matrix Game, un perro mecánico, el uso de facturas de servicios públicos como la energía eléctrica; se puso a disposición de los estudiantes el laboratorio de diseño Fischer-technik y plataformas similares; el préstamo de multímetro y tacómetro para hallar potencia de accionamiento del motor eléctrico y el régimen de giro de cada uno de los componentes de un perro mecánico.

6. RESULTADOS

Encuesta

A continuación, se presenta la tabla 2.3 con los resultados de la aplicación de una encuesta de expectativas que los estudiantes diligenciaron de forma independiente a partir de un enlace que le fue enviado a sus correos institucionales. Esta encuesta, que constó de 50 ítems puntuados de 1 a 5, los cuales fueron agrupados en 11 categorías para su análisis, fue proporcionada por el CEDU desde una investigación paralela que se realizó con los profesores de las clases introductoras de ingeniería. Su objetivo fue identificar las percepciones y motivaciones de los estudiantes hacia su programa.

Tabla 2.3. Resultados da la encuesta de expectativas

Dimensión	Ítem de la encuesta	Promedio de calificación
	12. Los ingenieros son innovadores	4,8
	20. Los ingenieros han contribuido mucho a solucionar problemas en el mundo	4,7
	23. Los ingenieros son creativos	4,8
Impresiones generales de la ingeniería	25. Estoy estudiando ingeniería porque me gusta averiguar cómo funcionan las cosas	4,3
	17. La ingeniería es un oficio respetado por la gente	4,3
	26. La tecnología desempeña un papel importante en la solución de los problemas de la sociedad	4,7
	27. Me gusta el profesionalismo que te da estudiar ingeniería	4,6

Continúa...

Dimensión	Ítem de la encuesta	Promedio de calificación
Percepciones acerca de la profesión del ingeniero	1. Espero que la ingeniería como profesión me resulte gratificante	5
	2. Tengo la expectativa de que estudiar ingeniería me resultará satisfactorio	4,9
	3. Las ventajas de estudiar ingeniería sobrepasan las desventajas	4,3
	4. No me llama la atención estudiar esta carrera	1
	5. Los futuros beneficios de estudiar ingeniería hacen que valga la pena el esfuerzo	4,7
	6. Varias otras carreras podrían resultar más interesantes que la ingeniería	1,7
	7. No tengo interés en cambiarme a otra carrera (u otra ingeniería)	3,4
	8. Las recompensas de graduarme en ingeniería no valen el esfuerzo invertido	1,2
	9. Me parece que la ingeniería es como aburrida	1,1
Aspectos financieros asociados	19. Estudiaré ingeniería porque con ella ganaré mucho dinero, y esto no podría lograrlo en otras profesiones	2,4
	14. No tendré mayor problema en encontrar un empleo luego de que me gradúe como ingeniero	4
	21. Un título de ingeniero seguramente me garantizará un trabajo después de que me gradúe	3,7
Contribución de la ingeniería a la sociedad	10. La ingeniería es bien paga	4,3
	18. La ingeniería es la profesión más preocupada por mejorar el bienestar de la sociedad	3,3
Interés por las matemáticas y las ciencias	11. Los ingenieros, más que otros profesionales, contribuyen a que este sea un mundo mejor	4,1
	13. Me gustan los temas relacionados con ciencia y matemáticas	4,5
La ingeniería como una ciencia exacta	28. Disfruto más de asignaturas como historia o arte que matemáticas o ciencias	1,4
	15. La ingeniería es una ciencia exacta	4
Aspectos familiares asociados	24. La ingeniería implica encontrar respuestas precisas a los problemas	4,3
	16. Mis padres me hicieron estudiar ingeniería	1,1
Habilidad para resolver problemas	22. Mis padres quieren que yo sea ingeniero	3,2
	38. Una de mis fortalezas es el pensamiento creativo	3,7
	40. Tengo serias dificultades para resolver problemas	4,3
	42. Siento confianza en que me irá bien estudiando ingeniería	4,5
	49. Me gusta solucionar problemas abiertos (o preguntas de argumentación)	3,9
	50. Me gusta solucionar problemas que podrían tener más de una solución	4,3

Continúa...

Dimensión	Ítem de la encuesta	Promedio de calificación
Inclinaciones en la ingeniería	44. Me considero bueno diseñando cosas	3,6
	47. Me siento inclinado más hacia la parte mecánica	4,5
	48. Me siento inclinado más hacia la parte analítica	3,4
Trabajo en grupos	36. Creo que conozco bien lo que hace un ingeniero	4,1
	41. La mayoría de los amigos con los que ando estudian ingeniería	3,5
	43. Prefiero estudiar solo que en grupo	2,4
	37. Estudiar en grupos es mejor que hacerlo solo	4,3
Hábitos de estudio adecuados	45. En el pasado, me disgustaba tener que trabajar en grupos	1,8
	39. Necesito dedicarle más tiempo al estudio de lo que usualmente hago	3,8
	46. Siento que tengo buenos hábitos de estudio	3,1

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de esta encuesta, se obtuvo que la mayoría de los estudiantes piensan que los ingenieros son innovadores, creativos, han contribuido a la solución de muchos problemas, estudian este programa porque les gusta conocer el funcionamiento de las cosas, consideran que es un oficio respetado por la gente, que el papel de la tecnología es fundamental para resolver muchos problemas y que les gusta la imagen que les da estudiar ingeniería. Esto quiere decir que su impresión acerca de la ingeniería resulta ser muy positiva, porque consideran la relevancia de su campo de estudio para solucionar muchos problemas de la sociedad, además de que les gusta cómo es percibido social y profesionalmente ser ingeniero.

Sobre las percepciones acerca de la profesión del ingeniero, los estudiantes esperan que les resulte gratificante y satisfactorio; consideran que tiene más ventajas que desventajas y que el esfuerzo al estudiarla vale la pena en un futuro; a todos les llama la atención estudiar este programa, les resulta interesante hacerlo, salvo algunos que no descartan la posibilidad de cambiarse. Esto quiere decir que en su mayoría los estudiantes tienen una percepción positiva y les resulta interesante el programa de ingeniería.

En relación con los aspectos financieros asociados a la ingeniería, consideran que en general es bien remunerada, pero no creen que sea el único programa con el que pueda ganarse mucho dinero; piensan que no será muy difícil encontrar trabajo al egresar, y que su título les garantizará trabajo al graduarse. Esto quiere decir que el programa que han elegido estudiar les genera cierta confianza y seguridad de su futuro acceso a la vida laboral y que, además, recibirán un buen pago por su trabajo.

En cuanto a la contribución de la ingeniería en la sociedad, piensan que es una profesión medianamente preocupada por el bienestar de la sociedad y están más de acuerdo en que más que otros profesionales contribuyen a que este sea un mundo mejor. Además, manifestaron que tienen mayor afinidad por temas relacionados con ciencia y matemáticas que con historia o arte. Los estudiantes también consideran que la ingeniería es una ciencia exacta, que implica buscar respuestas precisas a los problemas, lo que en general demuestra que tienen conocimiento de la rigurosidad de la disciplina.

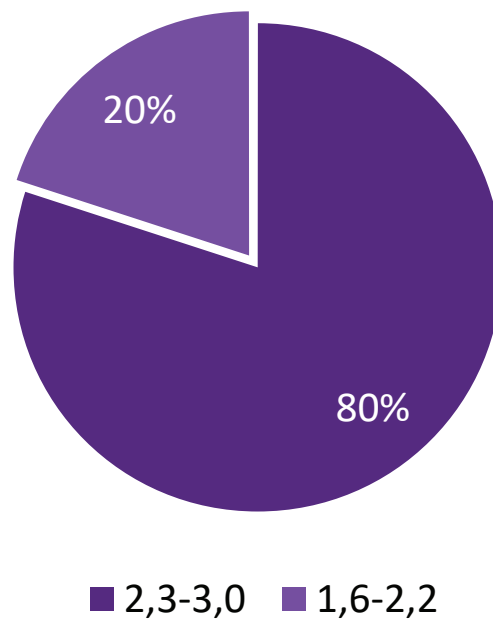
Con respecto a aspectos familiares asociados a la elección de la ingeniería como opción profesional, niegan que sus padres los hicieron estudiar ingeniería, pero que sin embargo en algunas familias hay un deseo de que sean ingenieros, por lo que predomina la libre elección de la ingeniería como programa incluido, en parte, por las familias.

En relación con las habilidades para resolver problemas, reconocen que no tienen grandes dificultades para hacerlo, que gustan de las situaciones problema abiertas o con varias alternativas de solución, y que tienen cierto potencial creativo para hacerlo, por lo que en general consideran estar en capacidad de resolver problemas. Sobre las inclinaciones hacia la carrera, se consideran más inclinados a la parte mecánica que a la analítica, creen tener claridad sobre lo que hace un ingeniero y no se consideran tan buenos para el diseño.

En lo que respecta al trabajo académico, prefieren estudiar en grupos que solos, porque consideran que es mejor; en su etapa escolar, no les disgustaba trabajar en grupos y la mayoría de su grupo de amigos no estudian ingeniería, lo que quiere decir que se sienten cómodos trabajando en grupos y que resultaría ser una estrategia interesante si gran parte de los trabajos derivados de la clase se proponen trabajar en esta modalidad, así como la creación de grupos de estudio. Por último, sobre los hábitos de estudio adecuados, creen que le dedican generalmente buen tiempo a este, pero sienten que deben mejorar o cambiar aquellos.

Protocolo de observación de clases no participante

La figura 2.1 representa los resultados de la aplicación de un protocolo de observación de clase diligenciado a partir de la observación no participante de uno de los investigadores a tres clases orientadas por el profesor Lesmes Antonio Corredor Martínez. Este protocolo se aplicó con el fin de identificar desde la práctica docente los principios esenciales de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.1. Resultados de aplicación de un protocolo de observación de clases no participante.

El 80 % representan la proporción de principios que tuvieron una puntuación promedio superior o igual a 2,3 y el 20 % restante la proporción de principios que tuvieron una puntuación promedio entre 1,6 y 2,2.

Según el protocolo de observación de clases no participante aplicado por uno de los investigadores, los siguientes principios de la estrategia de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos se cumplieron en su totalidad durante las tres sesiones de clase desarrolladas por el profesor: “El profesor desarrolla los temas yendo de lo general a lo específico”, “Los alumnos pueden especular mucho antes de conocer algo”, “El profesor propone desafíos (en forma de preguntas o tareas) que retan los paradigmas de los estudiantes” y “El profesor hace preguntas intrigantes, interesantes o importantes partiendo de la vida cotidiana”.

Esto quiere decir que el profesor considera que los estudiantes aprenden mejor de forma deductiva que inductiva, por lo que trabaja las sesiones de clase yendo de lo general a lo particular. De igual forma, reconoce que el profesor da la oportunidad a los estudiantes para probar y especular antes de llegar a las respuestas o soluciones finales de tareas o preguntas con las que él mismo reta las capacidades de análisis, ra-

zonamiento y creatividad de sus estudiantes, al tiempo que problematiza sus creencias de forma constante acerca de cómo funcionan las máquinas y sus repercusiones reales en el costo de vida de las personas y la sostenibilidad del medio ambiente.

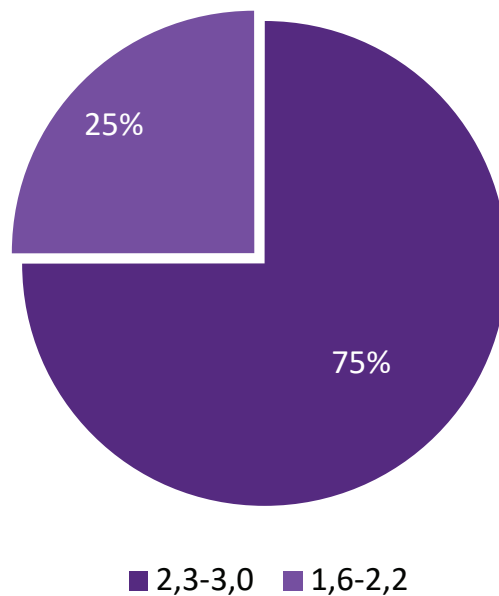
De igual forma, los principios “Los estudiantes pueden probar, fallar, recibir retroalimentación y tratar nuevamente antes de recibir un juicio (o notas) acerca de su trabajo”, “Los estudiantes pueden colaborar con otros aprendices que lidian con los mismos problemas”, “Ocasionalmente lo estudiantes aceptan que sus paradigmas no son funcionales” y “Los estudiantes parecen percibir justicia en la forma de calificar del profesor” se cumplen en alto grado debido a que el profesor les permite tantear, equivocarse, pedir su revisión y la oportunidad de volverlo a intentar cuando les resulta difícil responder a las situaciones problema que les plantea. Asimismo, les da la posibilidad de trabajar en grupo durante la clase, hacer cada uno sus propuestas, discutir soluciones hasta llegar a un consenso, recibiendo su seguimiento y orientación constante. Debido al proceso previo para la solución del problema, los estudiantes tienen la posibilidad de analizar sus puntos de vista, evaluarlo, pensarlo de forma crítica y razonarlos con la evidencia para al final explicar con argumentos si lo que pensaban antes del proceso de análisis era posible y funcional.

Por su parte, el principio “Es notable que el profesor toma en consideración el trabajo de cada estudiante” se cumple medianamente a causa del poco tiempo para desarrollar las actividades. La asignatura de Introducción a la Ingeniería Mecánica se desarrolla en una hora de clase semanal y tiene inscritos veintiséis estudiantes, por lo que no es posible darle la oportunidad a cada uno o a gran parte de ellos para exponer o compartir sus trabajos o intervenciones por el poco tiempo del que se dispone. Asimismo, se observó que el profesor tiene identificados en el salón de clase a ciertos estudiantes que por su rendimiento académico, asistencia y actitud durante las clases solicitan su participación con mayor frecuencia en comparación con otros.

Igualmente, el principio “Los estudiantes obtienen apoyo (asistencia emocional, física e intelectual) cuando la solicitan” se cumple medianamente, pues, si bien el profesor ofrece su apoyo para el desarrollo de ciertas experiencias, esto no se observa, por ejemplo, en las actividades evaluativas como los *quizzes* o exámenes. La asistencia emocional es reducida debido a que el profesor se dirige siempre a los estudiantes con firmeza, resultando ser de muy poco apoyo emocional para los que esperan, en algunas ocasiones, respuestas más reconfortantes.

Protocolo de observación participante

La figura 2.2 representa los resultados de un protocolo de observación de clase diligenciado por los estudiantes luego de una clase de Introducción a la Ingeniería Mecánica. Este protocolo se aplicó con el fin de identificar la percepción de los estudiantes sobre las clases orientadas desde la estrategia de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2. Resultados de aplicación de un protocolo de observación de clases participante.

El 75 % representan la proporción de principios que tuvieron una puntuación promedio superior o igual a 2,3 y el 25 % restante la proporción de principios que tuvieron una puntuación promedio entre 1,6 y 2,2.

Según la percepción de los estudiantes sobre el profesor y la metodología que utiliza, el criterio “En la clase puedo trabajar en grupo con mis compañeros sobre un problema o pregunta” se cumple en su totalidad debido a que el profesor generalmente propicia espacios de trabajo en grupo para la discusión de situaciones problema propuestas. Los principios “Pienso que puedo aprender bien en esta asignatura”, “El profesor nos hace preguntas que me parecen muy interesantes o importantes” y “El profesor nos propone resolver problemas que nos parecen interesantes o importantes” se cumplen también en alto grado debido a que el profesor les plantea frecuentemente preguntas retadoras que cuestionan sus paradigmas y movilizan sus procesos de pensamiento.

El criterio “Siento que el profesor confía en que podemos aprender (en esta y otras materias)” se cumple satisfactoriamente según los estudiantes, debido a que sienten que el profesor cree en sus capacidades y habilidades para desempeñarse en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Mecánica. El criterio “Creo que el profesor es justo y honesto al calificar nuestros trabajos, tareas o exámenes” se cumple plenamente debido a la percepción positiva y justa que tienen sobre la forma en que les califica el profesor, así como el criterio “Siento que he aprendido lo básico de cómo es esta ingeniería y de qué trata”, pues consideran que han tocado los conocimientos de la línea base del programa necesarios para desempeñarse durante el programa.

De la misma manera, el criterio “En la clase aprendemos desde la práctica, con ejemplos de la vida cotidiana, del mundo que vivimos” se cumple en alto grado debido a que los estudiantes reconocen los esfuerzos del profesor por conectar su vida cotidiana con los conocimientos puros de la ingeniería mecánica para empezar a entender los fenómenos cotidianos desde la disciplina en estudio. Asimismo, el criterio “Siento que el aprendizaje depende mucho de mí y no solo del profesor que me tocó” se cumple satisfactoriamente porque los estudiantes reconocen su compromiso para con su propio aprendizaje sin que este dependa exclusivamente del profesor que les fue asignado.

De la misma forma, se cumplen en alto grado los principios “El profesor nos brinda varias oportunidades para demostrar lo que sabemos antes de colocar una nota”, “Para el profesor cada trabajo o tarea que hacemos es importante”, “El profesor nos hace preguntas que nos confrontan o que confrontan lo que sabemos”, “El profesor nos explica mejores formas de entender el mundo”, “Las buenas notas en la materia se logran con esfuerzo y dedicación. No dependen tanto de la inteligencia” y “En las clases acepto que he estado equivocado respecto de cómo entiendo los temas”. Lo anterior a razón de los distintos momentos que el profesor propicia a los estudiantes para discutir los temas y exponer sus argumentos y puntos de vista; les otorga relevancia a cada actividad, trabajo o *quiz* que se les coloca como parte de la clase, pues, si bien hay un gran proyecto final, cada una de las actividades que se realizan durante la clase tributan en aprendizajes para la ejecución de este proyecto; las preguntas que formula les cuestiona frente a sus paradigmas y creencias, por lo que les exige gran capacidad de análisis y razonamiento; consideran que el profesor explica distintas y prácticas formas de entender los fenómenos de su cotidianidad, en especial desde el cuerpo de conocimiento de la Ingeniería Mecánica, y que depende del compromiso e involucramiento de cada uno de ellos la posibilidad de comprender mejor el campo disciplinar y las aplicaciones de este en su cotidianidad.

Los principios “Luego de cada actividad o examen el profesor nos dice qué hicimos bien y qué hicimos mal”, “En la clase, especulamos sobre cómo y por qué ocurren las cosas antes de que el profesor lo explique”, “Cuando tengo alguna dificultad con la asignatura me siento apoyado por el profesor”, “Siento que en esta clase puedo probar y fallar sin temor a equivocarme” y “A los estudiantes que les va bien en esta materia es porque son más inteligentes que a los que les va mal” se cumplen aceptablemente según la percepción de estos, debido a que luego de la entrega de algunos exámenes y trabajos no reciben retroalimentación por parte del profesor; en algunas circunstancias, no sienten que el profesor esté siempre dispuesto a apoyarlos y ocasionalmente sienten temor por equivocarse al dar sus respuestas, por lo que prefieren no participar. Por último, no consideran que a los estudiantes que les va bien en la asignatura es porque son más inteligentes que los demás, pues es probable que, al ser conocimientos básicos del programa, con responsabilidad y práctica, les pueda ir bien a todos.

Rúbrica de evaluación del pensamiento creativo

La rúbrica que se presenta en la tabla 2.4 fue elaborada teniendo en cuenta los cuatro componentes de la creatividad propuestos por Torrance (1974), y utilizada para determinar la presencia de los componentes de la creatividad en los estudiantes para la solución de dos problemas principales desarrollados durante el curso: el cambio climático (desarrollado en un par de clases) y el problema de la poda de los árboles (que fue el proyecto final del curso).

Tabla 2.4. Rúbrica para evaluar el pensamiento creativo

Criterio	Escala de valoración		
	3	2	1
Fluidez	El grupo de estudiantes generó un número elevado de ideas para la resolución de un problema.	El grupo de estudiantes generó algunas ideas para la resolución de un problema.	El grupo de estudiantes generó muy pocas ideas para la resolución de un problema.
Elaboración	El grupo de estudiantes generó ideas con alto nivel de detalle y complejidad.	El grupo de estudiantes generó ideas con un nivel medio de detalle y complejidad.	El grupo de estudiantes generó ideas con un nivel bajo de detalle y complejidad.
Originalidad	El grupo de estudiantes generó ideas bastante diferentes y novedosas entre sí.	El grupo de estudiantes generó ideas medianamente diferentes y novedosas entre sí.	El grupo de estudiantes generó ideas poco diferentes y novedosas entre sí.
Flexibilidad	El grupo de estudiantes realizó muchos ajustes en sus ideas para alcanzar la solución de nuevos problemas.	El grupo de estudiantes realizó algunos ajustes en sus ideas para alcanzar la solución de nuevos problemas.	El grupo de estudiantes realizó pocos ajustes en sus ideas para alcanzar la solución de nuevos problemas.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en las tablas 2.5 y 2.6, se muestran los resultados de la rúbrica de evaluación aplicada a los seis grupos de estudiantes en la solución de los problemas de cambio climático y la poda de árboles.

Tabla 2.5. Rúbrica de evaluación frente al problema del cambio climático

Grupo de estudiantes	Fluidez	Elaboración	Originalidad	Flexibilidad
1	3	1	2	1
2	2	3	2	3
3	3	3	2	2
4	3	2	1	2
5	3	2	2	3
6	2	1	1	1
Promedio	2,7	2,0	1,7	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.6. Rúbrica de evaluación frente al problema de la poda de árboles

Grupo	Fluidez	Elaboración	Originalidad	Flexibilidad
1	2	2	2	2
2	2	1	2	1
3	3	2	3	2
4	1	1	2	1
5	1	2	2	1
6	1	1	1	1
Promedio	1,7	1,5	2,0	1,3

Fuente: Elaboración propia.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Sobre los resultados obtenidos de la encuesta de expectativas aplicada a los estudiantes, se puede afirmar que su identificación con las matemáticas y la física que influye en la decisión de tomar programas afines planteada por Godwin, Potvin, Hazari & Lock (2016), se refleja en la alta calificación que obtuvo el ítem “Me gustan los temas relacionados con ciencia y matemáticas”; y, por el contrario, una muy baja calificación el ítem de “Disfruto más de asignaturas como historia o arte que de asignaturas como matemáticas o ciencias”, lo que sustentaría la elección de carrera de este grupo de estudiantes.

De igual forma, las creencias sobre el alcance de la ciencia para resolver problemas del mundo y cómo estas son predictoras de esta elección profesional planteadas también en la investigación de Godwin et al. (2016) sustenta la alta calificación de ítems en los que se afirma que la ingeniería es una profesión preocupada por el bienestar de la sociedad, que contribuye a que este sea un mundo mejor y a resolver muchos problemas, en especial con ayuda de la tecnología.

Sin embargo, en contraste con la investigación de estos autores en la que sustenta que las creencias de los estudiantes sobre cómo será su rendimiento en el programa es negativa al ingresar, la encuesta de expectativa aplicada a estos indica que sienten confianza en sí mismos de que les irá bien estudiando ingeniería, que les gusta solucionar problemas abiertos o con más de una alternativa de solución y que, incluso, esperan que les resulte gratificante y satisfactorio estudiarla.

Teniendo en cuenta que la investigación de Ortiz et al. (2002) estuvo orientada a conocer la creatividad en los estudiantes y a la invitación a la reflexión sobre las características de un ingeniero mecánico y cómo estas contribuyen a gestar cambios, los resultados de dicha encuesta denotan que entre las características que según los estudiantes tienen los ingenieros se encuentra ser innovadores, creativos, curiosos y que les gusta conocer cómo funcionan las cosas. Asimismo, devela que para ellos estas características son primordiales para el ingeniero mecánico, porque son sus recursos para resolver problemas en la sociedad.

De la observación realizada a la clase, se puede resaltar que desde la propuesta de Bain (2007) sobre ambientes de aprendizaje naturalmente críticos el docente durante la clase realiza preguntas provocadoras e interesantes a los estudiantes que movilizan sus procesos de pensamiento e incitan a que se cuestionen sus creencias e ideas. Lo particular de estas preguntas es que se desprenden de su vida cotidiana: ¿cuánto consume el aire acondicionado de tu casa?, ¿has visto podar un árbol?, ¿cuántos vatios se consumen mensualmente en tu casa? Estas son ejemplos de las preguntas elaboradas por el docente durante las experiencias de clase observadas. Asimismo, permiten a los estudiantes especular y equivocarse para acercarse a las respuestas que, según Bain (2007), les da la posibilidad de probar, intentar, formular hipótesis y argumentar antes de llegar a la solución de un problema.

De igual forma, la percepción de los estudiantes sobre la clase como ambiente de aprendizaje naturalmente crítico concuerda con lo observado por el investigador en la clase del profesor, en la medida en que reconocen que en las clases el profesor les

plantea preguntas y problemas interesantes y provocadores que los hacen cuestionar sus ideas y paradigmas, consultar y organizar nuevos argumentos que sustenten su postura. Igualmente, reconocen que los aprendizajes durante la clase se realizan partiendo de situaciones de la vida cotidiana y reciben apoyo y acompañamiento oportuno del profesor para la búsqueda de respuestas, funciones que, según Bain (2007), son pertinentes al docente dentro de estos ambientes, mientras que, desde su papel como estudiantes en estos ambientes de aprendizaje, tiene mucho valor el apoyo entre compañeros para resolver los problemas, además de confiar en sus posibilidades y capacidades para aprender, roles que, según Bain, son también fundamentales para el desarrollo de estos ambientes.

Frente a los problemas específicos de cambio climático y la poda de árboles planteados a los estudiantes, valorando los componentes del pensamiento creativo evaluados, se puede indicar que la fluidez fue significativa en la primera actividad debido a que los estudiantes plantearon un número considerable de respuestas o alternativas de solución frente a este problema (Torrance, 1974). Esto quiere decir que muy probablemente ellos se sintieron familiarizados con la temática al no presentar mayores dificultades para generar soluciones diversas al problema.

El componente de elaboración del pensamiento creativo (Torrance, 1974) fue medianamente más significativo en la primera actividad, porque los estudiantes generaron soluciones detalladas y complejas al tema de cambio climático teniendo en cuenta mayores elementos, recursos y situaciones emergentes. Asimismo, el componente de flexibilidad fue medianamente significativo en esta actividad, puesto que en el proceso de construcción de las ideas los estudiantes les fueron realizando ajustes y modificaciones a medida que consideraban mayores detalles, como el clima, el ahorro de la energía y el uso de recursos renovables y no renovables. Por último, el componente de originalidad fue mayor durante el proceso de generar ideas novedosas para la solución de la poda debido a que ellos propusieron ideas muy diversas en el uso de recursos para resolver el problema de la poda.

Si bien en la actividad del cambio climático hubo mejores resultados en el planteamiento de las ideas, frente al problema de la poda no se obtuvieron los resultados esperados, pues, aunque durante el proceso emergieron diversas ideas, al tener que materializarlas en un producto palpable, práctico, que se pudiese utilizar para los fines planteados, los recursos de los grupos de estudiantes se agotaron y terminaron presentando el mismo producto industrializado que obtuvieron en una empresa distribuidora de materiales de construcción, ferretería y mejoramiento del hogar.

De estos resultados obtenidos, se puede afirmar que hubo una disposición mental inicial de plantear soluciones diversas y novedosas a los problemas planteados que no se vio reflejada en el desenvolvimiento ante un problema de la cotidianidad, como el de la poda de árboles.

CONCLUSIONES

El replanteamiento del curso de Introducción a la Ingeniería Mecánica es la primera experiencia con la que se buscó propiciar un acercamiento inicial y real de los estudiantes de primer ingreso a la posibilidad de familiarizarse con los problemas a los que se enfrenta un ingeniero mecánico. Asimismo, fue el espacio propicio para que pusieran en escena los conocimientos y las capacidades que traen consigo para solucionar los problemas planteados, sin que sintieran temor de equivocarse.

A partir de esta experiencia realizada, se realizaron diversos hallazgos. En relación con las percepciones y motivaciones de los estudiantes frente a la carrera de Ingeniería Mecánica indagadas por medio de la encuesta, se puede apreciar que la identificación de los estudiantes con las matemáticas y la física influye en su decisión de cursar programas como Ingeniería Mecánica, al igual que sus creencias sobre el alcance de esta disciplina para resolver diversos problemas, tal como lo corrobora la literatura revisada. Asimismo, que las creencias de los estudiantes sobre cómo será su rendimiento en el programa son positivas por cuanto sienten confianza en sí mismo y en sus capacidades.

En el desarrollo de las clases, las preguntas provocadoras y de la vida cotidiana que el docente plantea a los estudiantes movilizan sus procesos de pensamiento e incitan a que se cuestionen sus creencias e ideas, tal como es corroborado por los principios de Bain (2004, 2007). Asimismo, permitir a los estudiantes especular y equivocarse para acercarse a las respuestas les da la posibilidad de probar, intentar, formular hipótesis y argumentar antes de llegar a la solución de un problema.

Con respecto al pensamiento creativo evaluado por medio del planteamiento de dos situaciones problema a los estudiantes, el componente de elaboración del pensamiento creativo (Torrance, 1974) fue medianamente más significativo en la actividad del cambio climático porque generaron soluciones detalladas y complejas. Asimismo, el componente de flexibilidad fue medianamente significativo en esta actividad, puesto que en el proceso de construcción de las ideas los estudiantes les fueron realizando ajustes y modificaciones a medida que consideraban mayores detalles, como el clima, el ahorro de la energía y el uso de recursos renovables y no renovables.

El componente de originalidad fue mayor durante el proceso de generar ideas novedosas para la solución de la poda de árboles, debido a que los estudiantes propusieron ideas muy diversas en el uso de recursos para resolver este problema. Si bien en la actividad del cambio climático hubo mejores resultados en el planteamiento de las ideas, frente al problema de la poda no se obtuvieron los resultados esperados. Esto es porque, aunque durante el proceso emergieron diversas ideas, al tener que materializarlas en un producto palpable, práctico que se pudiese utilizar para los fines planteados, los recursos de los grupos de estudiantes se agotaron y terminaron presentando el mismo producto industrializado que obtuvieron en una empresa distribuidora de materiales de construcción, ferretería y mejoramiento del hogar.

Por otro lado, se puede afirmar que movilizar el pensamiento creativo de los estudiantes dependerá de la situación problema que se les proponga y del acompañamiento del que dispongan para la materialización de la solución. Asimismo, que el planteamiento de problemas cotidianos favorece la exploración del problema y el planteamiento de soluciones porque se encuentran familiarizados con las situaciones presentadas.

De los resultados obtenidos no es posible establecer una relación directa entre los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos y el pensamiento creativo, porque no fue posible establecer una presencia significativa de los componentes de la creatividad durante el desarrollo de la experiencia. Sin embargo, se puede afirmar que desarrollar las clases conforme a los principios de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos sí propició el ejercicio del pensamiento crítico por parte de los estudiantes, en la valoración de las creencias tanto propias como entre pares y de las ideas que se planteaban en las clases. Cabe resaltar que los resultados presentados son válidos solo para la muestra de participantes con la que se trabajó, por lo que pueden variar en circunstancias distintas.

Dentro de las principales limitaciones del estudio, se puede destacar que los instrumentos que se eligieron para medir el pensamiento creativo y crítico no fueron suficientes para determinar la presencia significativa de estas dos variables, así como tampoco que su presencia fuese producto de las actividades propuestas. Otras, como el tiempo, no estuvieron a favor del estudio porque este fue muy reducido como para notar una mejoría significativa de estas dos variables.

RECOMENDACIONES

Romper con lo que tradicionalmente se realiza en este curso de Introducción a la Ingeniería Mecánica fue un reto que implicó pensar este espacio como el primer acercamiento real de los estudiantes con la Ingeniería Mecánica en el que son considerados seres capaces y competentes para enfrentarse a situaciones novedosas y retadoras. Por esta razón, una de las recomendaciones que se les hace a los docentes de asignaturas introductorias de carreras profesionales como las ingenierías es proponer a los estudiantes actividades y problemas que los reten, que los hagan cuestionar la realidad, que se pregunten, que les inquieten los problemas de su cotidianidad y que se apropien de estos, en función de propiciar en ellos el desarrollo y la puesta en marcha del pensamiento crítico.

En el caso de esta investigación, fue el docente quien propuso a los estudiantes las situaciones problema por resolver. Sin embargo, se recomienda que se les dé la oportunidad de hacer una lectura de su realidad para que sean ellos mismos quienes detecten situaciones en las que como ingenieros mecánicos puedan intervenir y resolver, a través del planteamiento de numerosas, diversas, flexibles y elaboradas alternativas de solución.

Por la parte investigativa, fueron muchas variables las que se buscaron medir: percepción, motivación, pensamiento crítico, pensamiento creativo. Teniendo en cuenta que cada una de ellas es muy compleja, se sugiere que para futuras investigaciones se midan máximo dos variables de manera que puedan recabarse con mayor profundidad e instrumentos; mucho más si se pretende lograr resultados significativos en tan solo seis meses.

Por otro lado, teniendo en cuenta el valor formativo de este tipo de experiencias de aprendizaje disciplinar y no disciplinar, sería oportuno que las directivas de este programa de ingeniería reevalúen el sentido de esta asignatura como escenario de acercamiento real a los problemas que enfrenta un ingeniero mecánico desde el inicio de su formación, y consideren destinar más horas de clase semanal a su desarrollo, pues solo una hora resulta insuficiente.

Conforme a lo anterior, se sugiere hacer un análisis comparativo minucioso relativo al enfoque y la duración de esta asignatura en las universidades líderes en ingeniería a nivel global, para que se rediseñe el curso acorde con las tendencias internacionales, es decir, para que en este espacio el futuro profesional tenga su primera experiencia de diseño en ingeniería.

REFERENCIAS

- Bain, K. (2004). *What the best college teachers do*. Cambridge, EE. UU.: Harvard University Press.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios* (2.^a ed.). Barcelona, España: Universitat de Valencia.
- Besterfield-Sacre, M., Atman, C. & Shuman, L. J. (2016). *Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey*. Recuperado de https://www.engineering.pitt.edu/uploadedFiles/_Content/Sub_Sites/Centers/EERC/_Documents/Reference_Materials/Pittsburgh%20Freshman%20Engineering%20Attitudes%20Survey.pdf
- Cancela Gordillo, R., Cea Mayo, N., Galindo Lara, G. y Valilla Gigante, S. (2010). *Metodología de la investigación educativa: investigación ex post facto*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de <https://studylib.es/doc/5714428/metodologia-de-la-investigacion-educativa-investigacion-ex-post-facto>
- Da Silva Almeida, L. & Rodrigues Franco, A. H. (2011). Critical thinking: Its relevance for education in a shifting society. *Revista de Psicología*, 29(1), 175-195.
- Facione, P. A. (2011). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Recuperado de http://www.student.uwa.edu.au/__data/assets/pdf_file/0003/1922502/Critical-Thinking-What-it-is-and-why-it-counts.pdf
- Franco, A. R., Almeida, L. S. y Saiz, C. (2014). Pensamiento crítico: reflexión sobre su lugar en la enseñanza superior. *Educatio Siglo XXI*, 32(2), 81-96.
- Franco, A. R., Butler, H. A. & Halpern, D. F. (2014). Teaching critical thinking to promote learning. En D. S. Dunn (Ed.), *The Oxford handbook of undergraduate psychology education*. Nueva York, EE. UU.: Oxford University Press.
- Godwin, A., Potvin, G., Hazari, Z. & Lock, R. (2016). Identity, critical agency, and engineering: An affective model for predicting engineering as a career choice. *Journal of Engineering Education*, 105(2), 312-340. <https://doi.org/10.1002/jee.20118>
- Gomes Lima, P. (2000). La formación del educador reflexivo: notas para la orientación de su práctica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 30(3), 117-127.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *The American Psychologist*, 5(9), 444-454.
- Halpern, D. F. (2006). The nature and nurture of critical thinking. En R. J. Sternberg, H. L. Roediger & D. F. Halpern (Eds.), *Critical Thinking in Psychology* (pp. 1-14). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Halpern, D. F. (2014). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking* (5.^a ed.). Nueva York, EE. UU.: Psychology Press.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación* (3.^a ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Hussein, C. L. (2008). Eficiência de um treino de leitura crítica em pós-graduandos de diferentes áreas. *Psicologia, Ciência e Profissão*, 28(4), 794-805.
- Ortiz Cárdenas, T., García Toll, A. E. y Machín Díaz, V. (2002). La estimulación de la creatividad en estudiantes de Ingeniería Mecánica: una experiencia en la asignatura Elementos de Máquinas. *Ingeniería Mecánica*, 3, 59-67.
- Saiz, C. & Rivas, S. F. (2010). ¿Mejorar el pensamiento crítico contribuye al desarrollo personal de los jóvenes? En H. J. Ribeiro & J. N. Vicente (Eds.), *O lugar da lógica e da argumentação no ensino da Filosofia* (pp. 39-52). Coimbra, Brasil: Universidade de Coimbra.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creative thinking. Norms-technical manual. Research edition. Verbal tests, forms A and B. Figural tests, forms A and B*. Princeton, NJ: Personnel.

3

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Juan Pablo Tello Portillo

Docente investigador
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
telloj@uninorte.edu.co

Javier Mauricio Kleber Espinosa

Asistente de investigación
javierk@uninorte.edu.co

RESUMEN

El objetivo de esta investigación en el aula fue describir las actitudes hacia la ingeniería, la autoeficacia percibida, el compromiso hacia la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica y los enfoques de aprendizaje de los estudiantes durante la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, usando la metodología de aprendizaje basado en proyectos. Para ello, se aplicaron instrumentos de medición acordes con las variables planteadas. Los principales resultados indican que existen actitudes predominantemente positivas hacia el estudio de la ingeniería, que la autoeficacia y el compromiso hacia la asignatura mejoraron en la medida en que avanzó el curso y que los estudiantes asumen un enfoque de aprendizaje predominantemente profundo para el aprendizaje. Se concluye que la metodología de enseñanza-aprendizaje empleada impacta positivamente al estudiante, ayudándolo a apropiarse más de su proceso de aprendizaje. Se sugiere realizar investigaciones más profundas para tener en cuenta otras variables que pueden influir en el cambio de los estudiantes.

INTRODUCCIÓN

Introducción a la Ingeniería Electrónica es una asignatura en la que los estudiantes tienen su primer contacto con el componente básico profesional de la carrera. De ahí que su importancia está centrada en fortalecer y reafirmar la decisión que cada uno de ellos tomó cuando eligió este programa. De igual manera, es una asignatura donde el profesor tiene una gran responsabilidad, no solo en la enseñanza y en su compromiso de compartir sus conocimientos, sino también en lograr mantener a un grupo que llega con una alta expectativa del programa que ha iniciado.

En este capítulo, se presenta una propuesta metodológica de enseñanza-aprendizaje en la que los estudiantes son los autores principales de la investigación. Con el apoyo del Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte, se diseñó una estrategia pedagógica basada, no solo en algunos modelos expuestos por diferentes autores, sino también en la experiencia misma del profesor.

En la primera parte, se muestran los antecedentes de la propuesta, en lo que se vislumbra el problema y la forma como se ha venido llevando la asignatura en periodos anteriores. Posteriormente, se realiza una descripción de la intervención propuesta, en la que se explica el tipo de actividades que se desarrollaron en el curso y la forma como se guio a los estudiantes para el desarrollo de estas; todo ello desarrollado en un ambiente de aprendizaje naturalmente crítico.

A continuación, se presenta una revisión de la literatura, en la que diferentes autores exponen sus teorías o experiencias pedagógicas que nutren el desarrollo de la metodología implementada en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica. Más adelante se plantean los objetivos de la investigación; todos ellos en busca de describir las actitudes, la autoeficacia, el compromiso y los enfoques de aprendizaje de los estudiantes durante la aplicación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. En la siguiente sección, se plantea el diseño de la investigación en el aula, en la que se explica el tipo de estudio, los participantes y los instrumentos con los que se miden las variables de estudio que están descritas en los objetivos. Posteriormente, se presenta una sección de resultados seguida de otra con el análisis de estos. Por último, se dan a conocer las conclusiones más relevantes del trabajo, las recomendaciones y las dificultades que se presentaron durante la investigación y la forma cómo se subsanaron.

1. ANTECEDENTES

Introducción a la Ingeniería Electrónica es una asignatura de tipo básico profesional, en la que el estudiante tiene la oportunidad de conocer las posibilidades que el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Norte le ofrece. En ella se muestran de manera general los campos de acción del programa junto con sus líneas de énfasis o profundización, cuyo objetivo principal es hacer que los estudiantes tengan una visión más amplia y más clara de los temas en los que se desenvuelve un ingeniero electrónico, al buscar, en la medida de lo posible, reafirmar la decisión que ellos mismos tomaron en la elección del programa.

En su mayoría, los estudiantes vienen convencidos y con una gran expectativa de aprender algo nuevo. Para ellos, el simple hecho de “estudiar en una universidad” es un motivo de orgullo. Sin embargo, por ser esta una asignatura de primer ingreso, lograr persuadir, convencer o motivar al estudiante no es una tarea fácil, puesto que, a medida que transcurre el periodo académico, muchos comienzan a sentir que lo que era algo para disfrutar se ha ido convirtiendo en una carga que hay que enfrentar. Es aquí donde la motivación y otros factores positivos que se tenían en un comienzo empiezan a decaer y, por tanto, las consecuencias no son las mejores. Existen también excepciones con aquellos estudiantes que vienen bien preparados y asumen todos los retos a los que se enfrentan con gran seguridad, demostrando, además, que eligieron de manera correcta la profesión que desean obtener.

Por otro lado, Introducción a la Ingeniería Electrónica es una asignatura de un crédito académico, es decir, de una hora de clase presencial a la semana, para un

total de dieciséis horas en el semestre académico. Esta limitante de tiempo ha traído consigo dos consecuencias: la primera es el bajo nivel de compromiso de los estudiantes con ella, debido a que existen otras asignaturas del componente básico profesional con un mayor número de créditos, sumado a la mayor complejidad de estas. La segunda es que las actividades que se pueden planear y llevar a cabo en la asignatura son reducidas y, por tanto, el trabajo extraclase no suple o reemplaza el que se lleva a cabo en las horas de clase.

En periodos académicos anteriores, Introducción a la Ingeniería Electrónica presentaba una estructura y una metodología de trabajo diferente. La primera parte se centraba en la comprensión e interpretación del reglamento estudiantil, así como de los aspectos relacionados con el currículo del programa. De igual manera, se daban a conocer los mecanismos administrativos que hacen parte de su quehacer estudiantil y la manera de acceder a ellos (excepciones, inscripción de materias, cálculo del número de créditos por semestre, entre otros). La segunda parte estaba dedicada a mostrar las oportunidades del ingeniero en sus diferentes campos de acción, así como las tendencias del programa en los ámbitos local, regional, nacional y mundial. Además, se invitaba a los líderes de los grupos estudiantiles para que comentaran sus experiencias en las actividades que realizaban. La asignatura no ofrecía suficientes espacios en los que el estudiante pudiera desarrollar su pensamiento crítico.

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó un proyecto con el apoyo y con la asesoría del CEDU, en el que se buscan diferentes alternativas para poder lograr un mejoramiento en cada una de las situaciones ya mencionadas; todas ellas desarrolladas en un estudio piloto que se describe en las secciones siguientes.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA

Considerando las circunstancias y las situaciones experimentadas en las clases, se planteó la idea de realizar ciertas modificaciones a la metodología tradicional del curso, en la que los estudiantes fueran los autores principales en el desarrollo de todas las actividades que se llevaran a cabo en él. El objetivo principal consistía en que ellos pudieran comprender lo que están haciendo, analizaran las situaciones a las que se estaban enfrentando, discernieran todo lo aprendido y de este modo sacaran sus propias conclusiones.

El proyecto final de la asignatura consistió en presentar una solución a unos problemas existentes y que girara en torno a lo que nos rodea. Se inicia con una pre-

sentación de algunos ejemplos de situaciones que a menudo nos tocan directa o indirectamente en nuestro quehacer diario. Según esto, los estudiantes identifican un problema y presentan una propuesta de solución, siguiendo ciertas consideraciones o requerimientos que se plantearon en un documento entregado al inicio del semestre y que se listan a continuación:

- La solución a los problemas debería estar estrechamente relacionada con el programa de Ingeniería Electrónica.
- Se deberían usar elementos o dispositivos electrónicos.
- Se debería hacer uso de la energía eléctrica.
- Se deberían usar materiales reciclables (al menos uno).
- El proyecto debería ser innovador y creativo.
- El proyecto debería ser realizado únicamente por el grupo de trabajo, el cual estará conformado por máximo tres personas.
- La asesoría estaría a cargo del profesor de la materia, aunque podrían disponer de asesoría de terceros.

Además, en el documento se presentó un cronograma con las actividades asociadas al proyecto, con la finalidad de instruir a los estudiantes y de llevar un orden cronológico en la ejecución de su trabajo y en cualquier otro proyecto con el que se enfrenten durante el programa.

Asimismo, se realizó otra serie de actividades que se llevaron a cabo durante el semestre; todas ellas orientadas a dar a conocer el programa, sus campos de acción, la importancia de la ingeniería electrónica en la sociedad, el papel del ingeniero y algunos aspectos básicos de la teoría de circuitos eléctricos, junto con algunas sesiones prácticas de laboratorio.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Al pensar en las ciencias y el aprendizaje de estas, es inevitable recordar la existencia de ciertas “verdades” inmutables que forman parte de la mayoría de los currículos estudiantiles. Esto es debido a que la enseñanza de las ciencias ha sido predominantemente dominada por una pedagogía que tiene como base una filosofía realista, cuyos postulados presentan la existencia de realidades científicas universa-

les acerca del mundo natural y de estas surgen un conjunto de hechos aprobados o métodos, los cuales son el centro de cualquier plan de estudios (Jofre & Mari, 2014). De lo anterior, se desprende la práctica pedagógica realista, la cual es usada con mayor frecuencia para la enseñanza de la ciencia.

Sin embargo, a pesar de que las ciencias poseen una filosofía eminentemente realista, la pedagogía que se desprende de esta ha demostrado tener una serie de fallos. Primeramente, este paradigma dificulta que los estudiantes comprendan que los científicos no siempre están de acuerdo, y que las teorías que compiten pueden impedir el consenso científico (Jofre & Mari, 2014; Jonanssen, 2009). Además, el conocimiento suele presentarse ante los alumnos en su “etapa final”, obviando el contexto, el desarrollo e, incluso, las reestructuraciones que ha sufrido a lo largo del tiempo.

Estas dificultades pueden ser mitigadas haciendo uso de la pedagogía constructivista. Jofre & Mari (2014) sostienen que la pedagogía constructivista proporciona un marco productivo para ayudar a los estudiantes a aprender el conjunto de hechos o métodos científicos que constituyen un currículo realista, sin alterar este contenido. Es decir, que más que intervenir los contenidos, se abordan otras variables y metodologías que promoverán el aprendizaje de dichos contenidos.

Diseño de ambientes de aprendizaje constructivistas

La concepción realista/objetivista del diseño de ambientes para aprender incluye principalmente el análisis, la representación y la *resecuenciación* del contenido y la tarea con el fin de hacerlos más previsibles y confiablemente transmisibles (Jonanssen, 2009). Sin embargo, el constructivismo, al considerar que el conocimiento no es transferible, centra la instrucción en el fomento de experiencias que faciliten que el aprendiz construya su aprendizaje.

Para promover esta construcción, Jonassen (2009) propone un modelo de diseño de ambientes de aprendizaje desde el constructivismo. A partir de este modelo, se pretende que doten de sentido a lo que hacen a través de la utilización de preguntas/casos/problemas/proyectos. De manera general, el aprendizaje centra su atención en el problema que debe resolver, y aprende los contenidos que ha de dominar para dar solución al problema. Esto en contraste con la resolución de problemas prefabricados como aplicación del conocimiento que se observa en la pedagogía objetivista.

Lo anterior se ejemplifica de forma clara cuando Bain (2007) recopila en sus estudios de casos las prácticas mayoritariamente empleadas por docentes universitarios distinguidos como “los mejores”. Estos educadores poseen como preocupación esencial las siguientes preguntas:

¿Cómo crearé un entorno para el aprendizaje crítico natural en el que insertar las destrezas y la información que quiero enseñar mediante ejercicios (cuestiones y tareas) que los estudiantes encuentran fascinantes —tareas auténticas que produzcan curiosidad, desafiando a los estudiantes a repensar sus supuestos y a examinar sus modelos mentales de la realidad—? ¿Cómo podré proporcionar un entorno seguro en el que los estudiantes puedan probar, fallar, realimentarse y volver a probar? (Bain, 2007, p. 73)

Jonassen (2009) y Bain (2007) exponen que las respuestas a estas preguntas se encuentran en la realización de un proyecto auténtico por los estudiantes. Este proyecto se convierte en el eje central del curso, pero, “en vez de conformarse con asignarlo, los profesores podrían desmenuzarlo en partes pequeñas que sigan siendo interesantes y teniendo sentido” (Bain, 2007, p. 74). El docente debe desempeñar un papel de colaborador en su experiencia de creación y gestión.

Instaurar una metodología de este tipo requiere no solo seguir los procedimientos que los mejores docentes universitarios han seguido, sino además adoptar una serie de principios teóricos y tener en cuenta variables propias de los estudiantes. El constructivismo considera a los estudiantes como sujetos activos, constructores de su propio aprendizaje, debido a esto es fundamental adentrarse en su perspectiva, en sus intenciones, en sus actitudes y en sus motivaciones para aprender.

Aspectos conceptuales del constructivismo en el aula

La enseñanza de las ciencias naturales y sus aplicaciones derivadas, como la ingeniería, se encuentra determinada en gran medida por una serie de ideas particulares acerca de cómo se deben presentar los contenidos a los estudiantes, en qué tipo de estos se debe hacer énfasis, qué destrezas son requeridas por los futuros ingenieros, entre otras. Debido a estas concepciones, la implementación de una metodología constructivista que da tanta autonomía a los estudiantes puede dificultarse. Por esto, algunas conceptualizaciones básicas del constructivismo acerca de cómo enseñar ciencias deben ser adoptadas por los docentes, como la primacía de la enseñanza de conceptos sobre los datos y de la comprensión sobre la memorización, y la importancia de las concepciones alternativas (Pozo y Gómez, 1998).

Conceptos y datos

Pozo y Gómez (1998) mencionan que la enseñanza de las ciencias se suele centrar en diferentes datos considerados como relevantes, por ejemplo, fórmulas físicas, la tabla periódica, los elementos de un átomo, etc. Sin embargo, esto no resulta provechoso dado que se requiere la comprensión de las bases conceptuales que subyacen a estos datos y los estudiantes suelen tener deficiencias en estas y, sin ellas, no pueden entender los datos. Debido a esto, la enseñanza de la ingeniería debe en sus inicios orientarse hacia “la comprensión de los núcleos conceptuales básicos de la ciencia” (p. 84).

Lo anterior no implica que se deban dejar de lado los datos, ya que no se puede aprender ciencia sin estos, más bien deben ser dotados de sentido gracias a los conceptos que explican su surgimiento, relaciones y relevancia (Pozo y Gómez, 1998). Es decir, la enseñanza de datos es una parte importante de la enseñanza de la ciencia, pero nunca pueden ser su finalidad, sino ser vistos como medios para acercar al estudiante a contenidos verbales susceptibles de ser comprendidos.

Comprensión y memorización

Anteriormente se mencionó que debe primar el aprendizaje de conceptos sobre los datos. Pozo y Gómez (1998) sostienen que para aprender un dato se debe realizar una copia de este de forma literal. Sin embargo, esto no funciona cuando se intenta aprender un concepto y, precisamente, allí radica el fracaso de muchos estudiantes, dado que intentan aprender conceptos de la misma forma en que aprenden datos, utilizando su memoria.

Para aprender conceptos, es necesario utilizar procesos cognitivos más elaborados que la repetición, como la comprensión. Esta comprensión se logra al encontrar relaciones entre los conceptos, los datos que se poseen y los conocimientos previos, sean estos de carácter científico o no, que el estudiante posee acerca de esa temática. Es importante precisar que la comprensión requiere mayor esfuerzo por parte del estudiante, sin embargo, los contenidos comprendidos son menos susceptibles de ser olvidados que los que han sido memorizados.

Importancia de las concepciones alternativas

La comprensión de estos conceptos básicos se encuentra mediada por una serie de conocimientos y creencias previas, las cuales pueden facilitar o promover el aprendizaje. En consonancia con lo anterior, Pozo y Gómez (1998) exponen que la principal dificultad que surge en los primeros encuentros de los estudiantes con

los conceptos científicos es la existencia en los alumnos de explicaciones que son contrarias. Estas resultan difíciles de modificar y pueden en algunos casos sobrevivir a largos años de instrucción académica.

Aprendizaje desde la perspectiva del estudiante

Luego de haber ahondado en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva constructivista, se entiende que aplicar todo esto en una clase de ciencias implica cambios en la mentalidad no solo del docente, sino del alumno que en ella está inmerso. Debido a esto, la perspectiva del estudiante, que es el protagonista del proceso de aprendizaje, debe ser tomada en cuenta, y constructos teóricos, como las intenciones, las actitudes, la autoeficacia y el compromiso del estudiante, deben ser cuidadosamente analizados.

Enfoques de aprendizaje

Los enfoques de aprendizaje son conceptualizados según Pérez (1999) como “el conjunto de intenciones que orientan y condicionan la actuación del alumno durante el proceso de aprendizaje” (p. 287). Con esta definición, se sobreentiende que los enfoques son de carácter subjetivo e individual; sin embargo, las investigaciones demuestran el nivel de comprensión alcanzado cuando un aprendiz que encara una tarea parece encontrarse determinado en mayor medida por las intenciones que adopte que por la cantidad de información que procesa.

Existen predominantemente dos enfoques de aprendizaje, que son extremos de un continuo en el que los estudiantes se ubican en uno u otro punto. En un extremo, se encuentra el enfoque superficial (Gutiérrez-Provecho y López-Aguado, 2013), en el cual la intención del estudiante es obtener el mejor resultado que puede lograr cuando realiza el mínimo esfuerzo, guiándose de los requerimientos exactos de la tarea y sin ir más allá de ella, y en el que se utiliza mayoritariamente la repetición y memorización.

En el otro extremo del espectro, se localiza el enfoque profundo, en el cual el interés de los estudiantes radica en lograr una comprensión de las relaciones y de los significados que subyacen al contenido que está intentado aprender (Gutiérrez-Provecho y López-Aguado, 2013). Para esto, el estudiante se vale de recursos cognitivos diferentes como utilizar su conocimiento previo para dotar de significado la nueva información, además de interactuar de forma activa con los aspectos centrales de los contenidos estudiados.

Estudiar los enfoques de aprendizaje adquiere un sentido diferente dentro del marco de los ambientes de aprendizaje constructivistas. Al conjugar los factores de la teoría constructivista descritos en el apartado anterior, se facilita en el estudiante la adopción

de un enfoque profundo, debido a que la primacía de la comprensión sobre la memorización y de los conceptos sobre los datos fomenta que el estudiante se acerque a los contenidos intentando encontrar relaciones lógicas entre ellos.

Actitudes

A diferencia de los enfoques de aprendizaje, las actitudes no se refieren, exclusivamente, al estudiante frente a los contenidos estudiados o las actividades de clase, sino que involucran creencias que no necesariamente son académicas, tales como la remuneración económica del área elegida, el papel que la disciplina desempeña en la sociedad o la “exactitud” de dicha disciplina (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 1998).

Al hacer hincapié en las actitudes hacia la ingeniería, se postula que estas no siempre tienen como base la formación académica que el alumno está recibiendo, sino que se desarrollan ante la expectativa del inicio de la formación profesional (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 1998). Es decir, que los estudiantes se forman estas creencias incluso antes de empezar a estudiar una carrera profesional y su desempeño universitario puede verse afectado por estas.

Seymour y Hewitt (2000), citados por Hilpert, Stump, Husman & Kim (2008), a través de su investigación con trescientos estudiantes de ingeniería, hallaron que estos suelen abandonar la ingeniería debido a afectos negativos hacia sus clases, los cuales provienen de las valoraciones que realizan de la institución en la que se encuentran y de la ciencia más que de los resultados concretos que han obtenido. Debido a esto se entiende que las actitudes, además de facilitar el aprendizaje, pueden dificultarlo hasta el punto de que pueden llegar a pesar más que las notas obtenidas. En el caso de las ingenierías, las actitudes investigadas (Besterfield-Sacre et al., 1998; Hilpert et al., 2008) que mayor peso tienen sobre el desempeño estudiantil son el interés general hacia la ingeniería, los beneficios económicos que otorga, la contribución que realiza a la sociedad, las creencias acerca del trabajo de los ingenieros, el disfrute de las matemáticas, los hábitos de estudio, la percepción de qué tan exacta es la ciencia y las influencias familiares.

Autoeficacia percibida

Las actitudes enunciadas han demostrado tener un impacto en el rendimiento de los estudiantes y en su continuidad en el estudio de la ingeniería (Besterfield-Sacre et al., 1998). Sin embargo, existe otro tipo de actitud por analizar si se pretende centrar la metodología de la clase sobre el estudiante: la autoeficacia académica. Bandura (1997), citado por García-Fernández et al. (2015), define autoeficacia

como “las capacidades que un individuo percibe que tiene para aprender o llevar a cabo determinadas tareas” (p. 62).

Esta percepción acerca de las propias capacidades es de vital importancia en los procesos académicos, ya que es la base de la motivación, el rendimiento escolar e inclusive el autoconcepto del estudiante (García-Fernández et al., 2015). Este concepto afecta y es afectado por el comportamiento de este, es decir, que se puede desarrollar en función del desempeño real del estudiante, pero también este desempeño se ve afectado por qué tanto percibe el estudiante que es eficaz.

La autoeficacia se refiere a las percepciones sobre tareas puntuales en determinados contextos, no es una percepción general del individuo sobre sus cualidades académicas, sino de sus competencias específicas para afrontar una temática concreta (García-Fernández et al., 2010). Debido a esto, el diseño de un ambiente de aprendizaje constructivista requiere fomentar la autoeficacia de los estudiantes, puesto que en la medida en que estos perciban que poseen las capacidades para desarrollar un proyecto más factible es que se comprometan con él.

Compromiso con la asignatura

Es precisamente el compromiso con la asignatura el resultado final al que todo tipo de pedagogía apunta. El compromiso con la asignatura, o *engagement*, se operacionaliza a través de diversas prácticas realizadas por los estudiantes, tales como la cantidad de tiempo y la calidad del esfuerzo que dedican a tareas educativas productivas (Kuh, 2001, 2009).

Esto no se refiere, exclusivamente, a deberes puntuales encargados por el docente, sino a la interacción con los contenidos, a debates con compañeros y docentes e incluso a la aplicación de lo aprendido a situaciones cotidianas. El compromiso con la asignatura ha sido correlacionado con aumento en el aprendizaje y con el éxito estudiantil (Kuh, 2009).

Los conceptos mencionados se presentaron de forma separada debido a fines pedagógicos, pero estos deben ser comprendidos como fenómenos incluyentes entre sí. La adopción de una pedagogía constructivista implica adoptar también una visión más compleja del aprendizaje y de los mismos aprendices. Siendo estos últimos sujetos que valoran de forma activa las situaciones de su entorno (actitudes) y a sí mismos (autoeficacia percibida), que poseen intenciones (enfoques de aprendizaje) y que, si estas variables se alinean de forma adecuada, el aprendiz se comprometerá con su propio proceso de aprendizaje (*engagement*).

4. OBJETIVOS

El objetivo general es describir las actitudes hacia la ingeniería, la autoeficacia percibida, el compromiso hacia la asignatura y los enfoques de aprendizaje de estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica en la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Ojetivos específicos

- Describir las actitudes hacia la ingeniería de estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica en la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.
- Describir y comparar la autoeficacia percibida de estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica en la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.
- Describir y comparar el compromiso de los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica en la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.
- Describir los enfoques de aprendizaje de estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica en la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA

Tipo de estudio

El tipo de investigación es no experimental de tipo transversal-descriptivo. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren sin indicar cómo se relacionan. La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice, así como describen tendencias de un grupo o población (Hernández, Fernández-Collado y Babtista, 2014).

Participantes

La muestra incluyó a diecisiete estudiantes de primer ingreso, matriculados en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica durante el periodo académico correspondiente al segundo semestre de 2016. Como criterio de inclusión, se tuvo en cuenta únicamente a aquellos estudiantes que accedieron a participar del estudio a partir de la firma del consentimiento informado.

VARIABLES DE ESTUDIO E INSTRUMENTOS

Las variables centrales de estudio son actitudes hacia la ingeniería, compromiso escolar, autoeficacia percibida y enfoques de aprendizaje. Además, se evaluó la aplicación de los principios de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. En la tabla 3.1, se describen los instrumentos con los cuales se midió cada variable.

Tabla 3.1. Instrumentos de medición

Variable	Definición	Instrumento	Tipo de medición
Actitudes hacia la ingeniería	Las actitudes son evaluaciones positivas o negativas que se hacen respecto de un objeto y que se expresan con un nivel de intensidad adecuado (Kassin, Fein y Markus, 2010).	Escala de actitudes hacia la ingeniería (Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey [PFEAS]) (Besterfield-Sacre & Atman, 1994).	Cuantitativa
Compromiso escolar (<i>engagement</i>)	Se entiende como "la calidad del esfuerzo y de la participación del estudiante en actividades de aprendizaje productivos [la traducción es mía]" (Kuh, 2009).	Encuesta de compromiso con la asignatura (National Survey of Student Engagement [NSSE]) (Kuh, 2001).	Cuantitativa
Autoeficacia	Se refiere a "las capacidades que un individuo percibe que tiene para aprender o llevar a cabo determinadas tareas" (García-Fernández et al., 2015).	Escala de autoeficacia percibida específica de situaciones académicas (Eapesa) (Palenzuela, 1983).	Cuantitativa
Enfoques de aprendizaje	Se define como el "conjunto de intenciones que orientan y condicionan la actuación del estudiante durante el proceso de aprendizaje" (Pérez, 1999).	Cuestionario de procesos en el estudio, revisado (R-CPE-2F) (Biggs, Kember & Leung, 2001).	Cuantitativa

Fuente: Elaboración propia.

Descripción paso a paso de la investigación en el aula

Para llevar a cabo la investigación en el aula, se seleccionó la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) como estrategia de enseñanza-aprendizaje. El ABP “es [un] modelo de instrucción en que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen una aplicación en el mundo real, más allá del aula de clase” (Universidad ICESI, 2009).

Cada una de las etapas de la presente investigación en el aula estuvo enfocada en lo referente a analizar, evaluar, sintetizar, comparar, aplicar, brindar una opinión, enfrentar los criterios de los demás, entre otros. Por esto, uno de los requerimientos solicitados fue que “el proyecto debe ser innovador”.

Después del inicio de clases, se invitó a todos los estudiantes inscritos en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica a participar del estudio. Se explicó el estudio y se resolvieron las dudas de los participantes, posteriormente fue firmado el consentimiento informado. El protocolo de evaluación consistió en la aplicación de los instrumentos descritos. La encuesta de compromiso y la escala de autoeficacia fueron aplicadas dos veces durante el semestre (pretest y postest). El procedimiento de evaluación fue desarrollado a lo largo del semestre como se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Protocolo de evaluación

Evaluación	Duración	Tiempo
Escala de actitudes hacia la ingeniería	20 min	Semana 2
Encuesta de compromiso con la asignatura (1, pretest)	10 min	Semana 7
Escala de autoeficacia percibida específica de situaciones académicas (1, pretest)	10 min	Semana 7
Observación no participante (1)	50 min	Semana 8
Observación no participante (2)	50 min	Semana 9
Observación no participante (3)	50 min	Semana 10
Encuesta de compromiso con la asignatura (2, pretest)	10 min	Semana 15
Escala de autoeficacia percibida específica de situaciones académicas (2, pretest)	10 min	Semana 16
Cuestionario sobre enfoques de aprendizaje	10 min	Semana 16

Fuente: Elaboración propia.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El objetivo de esta investigación en el aula fue describir las actitudes hacia la ingeniería, la autoeficacia percibida, el compromiso hacia la asignatura y los enfoques de aprendizaje de estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica durante la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Como se mencionó, los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos parten de una visión constructivista del proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos se caracterizan por contar con actividades que los estudiantes disfrutaban fácilmente, pero que a su vez reten sus estructuras de pensamiento, llevándolos a replantear su visión de la realidad. En ellos los estudiantes encuentran seguridad para intentar las tareas, fallar y recibir una retroalimentación adecuada que los lleve a intentarlo de nuevo (Bain, 2007). Esta propuesta de enseñanza facilita que reconozcan sus teorías implícitas y logren reconstruirlas, y logren un cambio conceptual (Pozo, 2008).

La intervención pedagógica llevada a cabo a partir de la realización de un proyecto en clase buscó despertar el interés y la motivación de los estudiantes de manera que logren darles un mejor sentido a las tareas y actividades que desarrollan en el proceso. En este sentido, y teniendo en cuenta los preceptos constructivistas tratados antes en el marco teórico (Bain, 2007; Jonanssen, 2009; Pozo, 2008; Pozo y Gómez, 1998), la perspectiva del estudiante se debe tener en cuenta en el análisis de la efectividad de la propuesta pedagógica realizada. Por lo anterior, los resultados de los instrumentos aplicados permiten describir las variables de estudio relacionadas con los estudiantes en los participantes evaluados.

Para describir las actitudes hacia la ingeniería, la autoeficacia percibida, el compromiso hacia la asignatura y los enfoques de aprendizaje de estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica, se tuvieron en cuenta los puntajes obtenidos por los participantes en los instrumentos escogidos para la evaluación de esas variables. Los análisis de estadísticos descriptivos fueron realizados con el software estadístico IBM SPSS Statistics, versión 23.

Actitudes hacia la ingeniería

Respecto de las actitudes hacia la ingeniería, los resultados obtenidos de la aplicación de la PFEAS indican que en los estudiantes participantes existen actitudes predominantemente positivas hacia el estudio de la ingeniería. Particularmente, estos

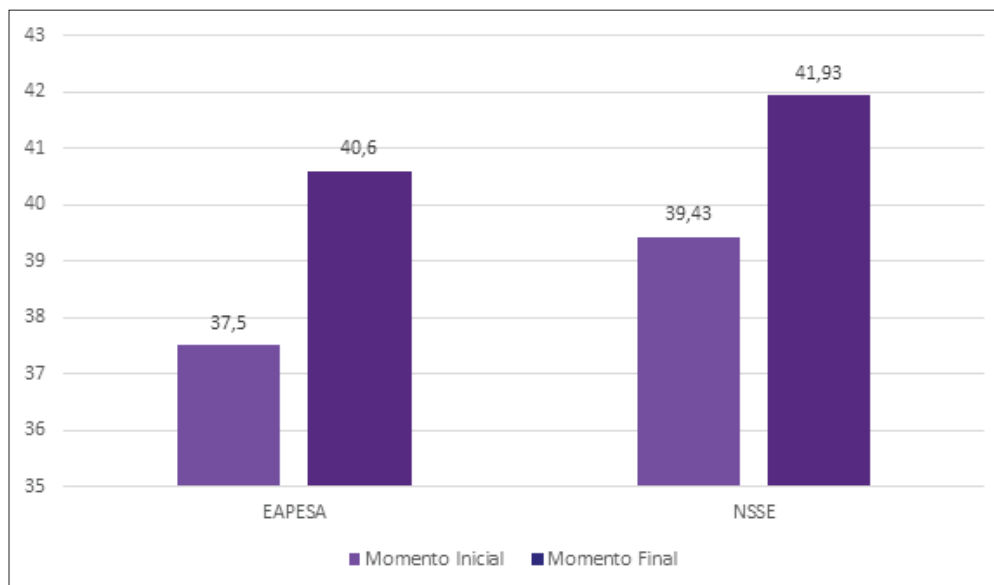
se encuentran muy de acuerdo con las afirmaciones relativas a las impresiones generales sobre la ingeniería y las afirmaciones sobre las percepciones de la profesión del ingeniero. En cuanto a los aspectos financieros al estudiar ingeniería, los estudiantes están de acuerdo con que es una profesión bien paga y que contribuye a la mejora de la sociedad. Finalmente, se encuentran interesados por los temas relacionados con ciencia y matemáticas, propios de las ingenierías.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las actitudes hacia el estudio de la ingeniería de los estudiantes evaluados son predominantemente positivas. Lo anterior es importante dado que, como se ha mencionado, estas pueden influir en el rendimiento académico (Besterfield-Sacre et al., 1998).

Estas actitudes, que pueden estar o no relacionadas directamente con aspectos académicos, se despliegan en momentos previos al inicio de la carrera profesional (Besterfield-Sacre et al., 1998). Los resultados del PFEAS indican que en los estudiantes existen actitudes positivas en cuanto a aspectos generales sobre el estudio de la ingeniería y sobre la profesión del ingeniero. También sobre aspectos relacionados con la remuneración económica, el papel que tiene la profesión en el medio social y los temas de estudio propios de las ingenierías.

Autoeficacia percibida en situaciones académicas

En cuanto a la autoeficacia percibida, los resultados obtenidos de la primera aplicación de la Eapesa, administrada a mitad del semestre, muestran que los estudiantes participantes se perciben eficaces en la resolución de sus problemas académicos, obteniendo una puntuación media de 37 puntos de 50 posibles ($M = 37,50$, $DE = 5,544$). Los resultados de la segunda aplicación de la Eapesa, administrada al final del semestre, muestran un aumento en la puntuación media de 3 puntos, es decir, 40 ($M = 40,60$, $DE = 5,527$). El cambio en la media de las puntuaciones puede apreciarse mejor en la figura 3.1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.1. Media de las puntuaciones de autoeficacia percibida y compromiso con la asignatura.

Los resultados obtenidos sobre la autoeficacia percibida en situaciones académicas indican que hubo una mejora en la autopercepción de los estudiantes en cuanto a su capacidad para aprender y manejar las tareas académicas. A pesar de que no se puede afirmar que esta mejora se debió únicamente a la intervención pedagógica realizada, es importante destacar el cambio positivo en la puntuación media del grupo desde la mitad del semestre académico hasta el final de este.

La importancia de lo anterior radica en que la propia percepción de las capacidades para asumir retos académicos es fundamental para la motivación, el rendimiento escolar e, incluso, para el autoconcepto de los estudiantes, como se ha mencionado (García-Fernández et al., 2015). A partir de lo anterior, es importante destacar que el diseño de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos requiere el desarrollo de la autoeficacia, de tal manera que los estudiantes se comprometan más con el tipo de actividades que esta metodología exige.

Compromiso con la asignatura

Respecto del compromiso con la asignatura, los resultados obtenidos de la primera aplicación de la NSSE, administrada a mitad del semestre, muestran que los participantes actúan comprometidos con su rol como estudiantes para aumentar su aprendizaje y desarrollo, obteniendo una puntuación media de 39 puntos de 60

posibles ($M = 39,43$, $DE = 6,260$). Los resultados de la segunda aplicación de la NSSE, administrada al final del semestre, muestran un aumento en la puntuación media de 3 puntos, es decir, 42 ($M = 41,93$, $DE = 6,519$). El cambio en la media de las puntuaciones puede apreciarse mejor en la figura 3.1.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la NSSE, hubo una mejora en el compromiso de los estudiantes con la asignatura de Introducción a la Ingeniería Electrónica. Lo anterior se concluye a partir del aumento de la puntuación media obtenida por el grupo. Esto quiere decir que hacia el final del semestre los estudiantes se mostraron más comprometidos con las actividades propuestas, invirtiendo una mayor cantidad de tiempo y de esfuerzo en ellas (Kuh, 2001, 2009).

Si bien no se puede afirmar que el cambio en el compromiso de los estudiantes se debe únicamente a la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en el curso, es importante resaltar que tenerlos comprometidos demuestra la importancia de fomentar escenarios de enseñanza-aprendizaje en los cuales la interacción entre el maestro, los contenidos, los estudiantes y las actividades favorezcan el aprendizaje y el éxito estudiantil, como lo menciona Kuh (2009).

Enfoques de aprendizaje

Finalmente, en cuanto a los enfoques de aprendizaje, los resultados obtenidos de la aplicación del R-CPE-2F muestran que los estudiantes participantes en el estudio cuentan con un enfoque de aprendizaje predominantemente profundo, aunque con intensidades principalmente bajas o medias.

Los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre enfoques de aprendizaje muestran que, en general, los estudiantes del curso tienen un enfoque de aprendizaje profundo. Como se mencionó, el enfoque profundo caracteriza al estudiante como un sujeto activo, interesado en comprender los contenidos que se pretenden aprender (Gutiérrez-Provecho y López-Aguado, 2013; Pérez, 1999). A pesar de lo anterior, los resultados también indican que la intensidad con la cual estos estudiantes adoptan este enfoque es baja o media, lo cual es un resultado esperado, teniendo en cuenta que son estudiantes de primer ingreso que están en su primer acercamiento a las metodologías de enseñanza propias del ambiente universitario.

Los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos buscan promover la adopción de un enfoque profundo en los estudiantes. Como ya se mencionó, en las metodo-

logías de enseñanza constructivistas se busca que prevalezcan los procesos de comprensión y aplicación más que los de memorización, de tal manera que el estudiante busque maneras de relacionar los contenidos y hacerlos más significativos.

CONCLUSIONES

Se implementó una propuesta pedagógica basada en los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos de Bain (2007) aplicada al desarrollo de un proyecto final de materia. El objetivo fue comprometer y fomentar escenarios de enseñanza-aprendizaje en los cuales los estudiantes lograron interactuar con sus compañeros y a la vez con su profesor, para que esto se viera reflejado en la puesta a punto y en el resultado final de su proyecto desarrollado.

Con esto se logró no solo describir las actitudes de los estudiantes hacia la ingeniería electrónica, sino también un incremento en el compromiso hacia la asignatura. Asimismo, los estudiantes se mostraron bastante interesados en comprender cada uno de los conceptos abordados en las actividades que se programaron desde el inicio del periodo académico. El trabajo práctico permitió enfocar el aprendizaje en la comprensión, el análisis y la aplicación más que en el de memorización, ya que ellos mismos, junto con el apoyo del profesor de la asignatura, seleccionaron su trabajo, buscaron una solución y desarrollaron, con cierta ayuda metodológica, la solución propuesta, logrando finalizar con éxito lo que se esperaba.

Vale la pena destacar que, según la investigación en el aula, se logró cumplir con los objetivos propuestos, y se encontró que, a partir de la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos y del ABP, existen actitudes predominantemente positivas hacia el estudio de la ingeniería, asimismo, la autoeficacia y el compromiso hacia la asignatura mejoraron en la medida en que avanzó el curso, notando en los estudiantes que asumen un enfoque de aprendizaje predominantemente profundo y con una gran capacidad de aprender y manejar las tareas académicas.

De esta manera, de acuerdo con lo planteado por Bain (2007), el diseño de mejores experiencias de aprendizaje para los estudiantes fomenta el aprendizaje efectivo en ellos. Por tanto, se sugiere seguir indagando los efectos que tienen los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos y el ABP sobre el aprendizaje, teniendo en cuenta otras variables que pueden verse involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

RECOMENDACIONES

El desarrollo del proyecto final de asignatura ha sido una experiencia exitosa para los estudiantes de Introducción a la Ingeniería Electrónica, y cada vez cobra más relevancia, ya que incluye tres aspectos fundamentales de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, que son pilares en esta etapa en la que se encuentran los estudiantes y que además se proponen y analizan en este estudio: actitud, autoeficacia y compromiso. A pesar de que estos aspectos son transparentes para ellos, en el sentido de que lo viven en todo el proceso, aun sin reconocerlos de manera explícita, se logra el objetivo final, que consiste en describir las actitudes hacia la ingeniería, percibir su capacidad de aprender, además de reconocer lo que son capaces de hacer y finalmente generar un compromiso con ellos mismos, con la asignatura y con el programa que están cursando. Hay que reconocer también que durante el desarrollo de todas las actividades se presentaron ciertas dificultades, en su mayoría relacionadas con el tiempo, que inciden directamente en los aspectos de la propuesta metodológica llevada a cabo en este curso. De un total de dieciséis horas al semestre, únicamente fue posible llevar a cabo trece, dado que tres de ellas coincidieron con días feriados. La actitud, la autoeficacia y el compromiso se hacen más notorias en instancias definitivas de la culminación del proyecto, pero, de igual manera, los imprevistos y la falta de tiempo para dar solución a estos no permiten a algunos estudiantes poner a punto sus proyectos. Aunque no podemos hablar de desmotivación, sí genera preocupación y algo de descontento en ellos, dado su notorio compromiso, reflejado en horas adicionales extraclase que incluyen en su plan de trabajo para poder cumplir con las expectativas trazadas. Por todo lo comentado, y para llenar las expectativas, se sugiere incrementar el número de horas cátedra en la asignatura, en busca de cumplir con el desarrollo de la metodología propuesta, sin olvidar que esta asignatura es una de las fundamentales en la guía y motivación de los estudiantes para alcanzar el sueño de ser ingeniero.

REFERENCIAS

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad* (2.ª ed.). Valencia, España: Universidad de València.
- Besterfield-Sacre, M. E. & Atman, C. J. (1994). *Survey design methodology: Measuring Freshman attitudes about engineering*. Ponencia presentada en ASEE Annual Conference Proceedings, Edmonton, Canadá.
- Besterfield-Sacre, M., Atman, C. J. & Shuman, L. J. (1998). Engineering student attitudes assessment. *Journal of Engineering Education*, 87(2), 133-141.

- Biggs, J., Kember, D. & Leung, D. Y. (2001). The revised two-factor study process questionnaire: R-SPQ-2F. *British Journal of Educational Psychology*, 71(1), 133-149. <https://doi.org/10.1348/000709901158433>
- García-Fernández, J. M., Inglés, C. J., Torregrosa, M. S., Ruiz-Esteban, C., Díaz-Herrero, Á., Pérez-Fernández, E. & Martínez-Monteagudo, M. C. (2015). Propiedades psicométricas de la Escala de Autoeficacia Percibida Específica de Situaciones Académicas en una muestra de estudiantes españoles de Educación Secundaria Obligatoria. *European Journal of Education and Psychology*, 3(1), 61-74. <https://doi.org/10.30552/ejep.v3i1.51>
- Gutiérrez-Provecho, L. y López-Aguado, M. (2013). Relación de los enfoques de aprendizaje con el rendimiento y la estimación del tiempo dedicado por los estudiantes en la realización del prácticum. *Bordón: Revista de Pedagogía*, 65(3), 25-37.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Babiata Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Hilpert, J., Stump, G., Husman, J. & Kim, W. (2008). An exploratory factor analysis of the Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey. En *2008 38th Annual Frontiers in Education Conference* (p. F2B-9-F2B-14). Saratoga Springs, EE. UU.: IEEE. Doi: 10.1109/FIE.2008.4720400
- Jofre, A. & Mari, S. M. (2014). Constructivist pedagogy at work in a realist classroom: A case study exploring college students' attitudes towards science. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 15(4), 34-55.
- Jonassen, D. H. (2009). Designing constructivist learning environments. En C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 215-240). Nueva York, EE. UU.: Routledge.
- Kassin, S., Fein, S. y Markus, H. R. (2010). *Psicología social*. Ciudad de México, México: Cengage.
- Kuh, G. D. (2001). Assessing what really matters to student learning inside the National Survey of Student Engagement. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 33(3), 10-17.
- Kuh, G. D. (2009). The national survey of student engagement: Conceptual and empirical foundations. *New Directions for Institutional Research*, 2009(141), 5-20. <https://doi.org/10.1002/ir.283>
- Palenzuela, D. (1983). Construcción y validación de una escala de autoeficacia percibida específica de situaciones académicas. *Análisis y Modificación de Conducta*, 9(21), 185-219.
- Pérez Cabaní, M. L. (1999). El aprendizaje escolar desde el punto de vista del alumno: los enfoques de aprendizaje. En C. Coll Salvador, Á. Marchesi Ullastres y J. Palacios

(Comps.), *Desarrollo psicológico y educación. Vol. II: Psicología de la educación escolar* (pp. 285-307). Madrid, España: Alianza Editorial.

Pozo Municio, J. I. (2008). *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid, España: Alianza Editorial.

Pozo Municio, J. I. y Gómez Crespo, M. Á. (1998). El aprendizaje de conceptos científicos: del aprendizaje significativo al cambio conceptual. En Autor, *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (pp. 84-127). Madrid, España: Morata.

Universidad ICESI. (2009). *Fundamentos de aprendizaje por proyectos*. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/ApP>

7. ANEXO

Datos obtenidos del R-CPE-2F aplicado a los estudiantes

Casos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ítems	1	5	4	3	4	3	5	5	5	4	4	3
	2	5	4	3	3	3	5	5	3	3	4	5
	3	1	5	2	3	2	5	1	3	1	3	1
	4	3	4	4	4	3	3	2	5	3	3	4
	5	3	5	3	4	4	5	5	5	5	5	3
	6	4	4	3	3	3	5	5	4	4	3	4
	7	3	2	2	4	3	2	1	3	2	4	3
	8	1	3	4	2	3	3	2	4	2	3	4
	9	5	4	3	4	3	3	5	3	4	3	5
	10	4	4	4	4	3	5	4	3	4	3	4
	11	2	4	3	2	3	3	2	3	2	4	4
	12	2	4	3	2	3	3	1	3	2	3	2
	13	4	4	4	5	3	5	5	5	4	3	5
	14	4	3	3	3	3	5	4	4	3	3	3
	15	1	2	4	2	3	1	1	2	2	3	1
	16	2	2	5	4	3	2	3	2	2	3	2
	17	4	4	4	4	3	5	2	3	4	3	5
	18	4	4	3	3	3	4	4	5	3	3	5
	19	2	3	4	2	4	2	2	2	2	3	1
	20	1	3	3	3	3	3	2	3	2	3	1
Enfoques	A	42	40	33	37	31	47	44	40	38	34	42
	B	18	32	34	28	30	27	17	30	20	32	23
	Dif.	24	8	-1	9	1	20	27	10	18	2	19
	Predom. Intens.	Prof. Media	Prof. Baja	Superf. Baja	Prof. Baja	Prof. Baja	Prof. Media	Prof. Alta	Prof. Baja	Prof. Media	Prof. Baja	Prof. Media
Motivos	A	21	21	17	21	16	23	22	21	21	18	21
	B	11	17	14	14	14	15	9	16	10	17	14
	Dif.	10	4	3	7	2	8	13	5	11	1	7
Estrategias	A	21	19	16	16	15	24	22	19	17	16	21
	B	9	16	19	15	15	14	10	17	11	15	13
	Dif.	12	3	-3	1	0	10	12	2	6	1	8

4

UNA EXPERIENCIA INNOVADORA Y DIFERENTE PARA APRENDER INGENIERÍA APLICADA A LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA CIVIL

Carlos Albeiro Pacheco Bustos

Docente investigador
Departamento de ingeniería civil y ambiental
cbustosa@uninorte.edu.co

Nathaly Sofía Daza Morales

Asistente de investigación
nathydazam@hotmail.com

RESUMEN

La metodología de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos ha sido desarrollada por Ken Bain para tratar de dar respuesta a la falta de interés y entusiasmo por parte de estudiantes de diferentes áreas. Basados en lo anterior, se vio la posibilidad de usar esta metodología en cursos de Introducción a la Ingeniería Civil durante el segundo semestre de 2016 para mantener a los estudiantes de primer semestre animados y expectantes de las asignaturas que van a ver en todo el programa y de esta forma evitar la deserción o traslado a otros programas. Por eso, se tomaron tres cursos de Introducción a la Ingeniería Civil, en los que dos de ellos eran los grupos control y el otro que se denominó grupo experimental. En este último, se realizaron actividades participativas y grupales que fomentaran el pensamiento crítico. En el estudio, se compararon las variables de autopercepción, motivación y conceptos básicos en los tres cursos utilizando un enfoque de investigación mixto. La investigación involucró también talleres o mesas redondas, exposiciones con preguntas problema al inicio de las clases, elaboración de juego de roles, aplicación de los conocimientos adquiridos en talleres y proyectos en clase, entre otros. Los resultados obtenidos luego de la comparación indican que la metodología usada en este proyecto de transformación de curso funcionó, indicando que los estudiantes del curso experimental no se quieren cambiar a otra carrera y que ya identifican mejor qué hace un ingeniero civil en el día a día en una obra, diseñando o siendo director de su propia empresa.

INTRODUCCIÓN

Educar hoy supone todo un reto para el profesor, por un lado, el hecho de lograr la máxima potenciación de las habilidades del educando y, por otro, que se forme como un ser competente, listo para enfrentarse a una sociedad que exige ciudadanos capaces de dar solución a las exigencias de un mundo cada vez más globalizado. Por ello, en educación superior, se está trabajando para lograr que los estudiantes se gradúen con conocimientos, aptitudes y actitudes necesarios para la vida laboral, a través de sesiones de aprendizaje que se alejen de las tradicionales clases expositivas o magistrales que suelen ser bastante comunes, en especial en ingenierías.

Basado en lo anterior, se pretendió realizar un ajuste a la asignatura de Introducción a la Ingeniería Civil, para observar si cambiando la dinámica de clase e involucrando en ellas ambientes naturalmente críticos de aprendizajes (propuesto por Ken Bain como una vía para favorecer el pensamiento crítico en el aula, aumentar la motivación y mejorar los niveles de autopercepción) los estudiantes de esta asignatura tendrían mejores resultados académicos y de adaptabilidad a su nueva vida univer-

sitaria. Por esta razón, se realizó tal cambio metodológico en uno de los tres cursos impartidos en el primer semestre de 2016, y se aplicaron estrategias educativas que permiten realizar una clase que genera ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, para de esta forma, al finalizar el semestre académico, poder comparar y analizar si esta metodología de educación es exitosa o no en un curso de ingeniería.

En ese orden de ideas, este estudio describe los resultados obtenidos luego de la comparación de las tres variables analizadas: autopercepción, motivación y conceptos, finalizando con un análisis de la aplicación de la metodología mencionada a asignaturas de ingeniería.

1. ANTECEDENTES

Dentro del plan de estudios del programa de Ingeniería Civil, se encuentra como asignatura obligatoria Introducción a la Ingeniería Civil, que se incluye como una asignatura de primer semestre y que permite al estudiante familiarizarse con el programa, la vida universitaria y, asimismo, conocer las diversas áreas en las que un ingeniero civil puede desenvolverse en su vida profesional. La intención de hacer un cambio metodológico en la asignatura, se basó en los altos porcentajes de deserción o cambios a otro programa, generado, básicamente, por la desinformación o el desconocimiento de lo que realmente hace un ingeniero civil, pues con la metodología aplicada en semestres anteriores los estudiantes al finalizar el curso no tienen el conocimiento alrededor de las variadas opciones que ofrece la ingeniería civil en el campo laboral.

De hecho, en el *Boletín Estadístico Uninorte 2015*, las ingenierías se ubicaron como las disciplinas con mayor número de estudiantes que hacen transferencias a otros programas, de modo que es el programa de Ingeniería Civil el que ocupa el tercer lugar (Oficina de Planeación, Universidad del Norte, 2015).

2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN PROPUESTA

La intervención que se llevó a cabo en la asignatura Introducción a la Ingeniería Civil se basó en el estudio del cambio de tres variables para identificar cuáles eran los motivos que generaban que un estudiante de primer semestre no se sintiera a gusto con el programa de Ingeniería Civil y optara por cambiarse a otra ingeniería o programa dentro de la universidad. Lo anterior se midió mediante un test de enfoques de aprendizaje, evaluaciones de conocimientos sobre el programa y encuestas

de percepción en relación con cómo se ven ellos al terminar los cinco años de estudio. Una herramienta fundamental que se utilizó fue la distribución de temas de exposición que se presentaban semanalmente relacionados con el programa y con el quehacer diario de un ingeniero civil.

Luego de la presentación, y con la intención de mejorar los procesos de aprendizaje, se realizaba una experiencia generada por una pregunta problema. Al finalizar el semestre, y para poder conocer la eficacia del método de pensamiento crítico, se elaboró un ensayo relacionado con los problemas producidos por el mal diseño y la construcción de las edificaciones en Colombia.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Motivación

En términos generales, la motivación podría definirse como la palanca que mueve toda conducta, lo que nos permite provocar cambios tanto a nivel escolar como de la vida en general (García y Doménech, 2002). Por esto, el término ha sido tendencia en todos los niveles del sistema educativo, lo que ha ocasionado que la palabra haya sufrido cambios progresivos a lo largo del tiempo. La motivación es definida como “el grado en que los alumnos se esfuerzan para conseguir metas académicas que perciben como útiles y significativas” (Polanco, 2005).

Ahora bien, desde un punto de vista histórico, la motivación también es definida como “un fenómeno integrado por varios componentes, los cuales aparecen y desaparecen de acuerdo con las circunstancias determinadas por los fenómenos sociales, culturales y económicos y, por ende, debe tener un tratamiento particular para cada uno de los sujetos” (Polanco, 2005). Lo anterior significa que se debe motivar al estudiante a hacer algo, por medio de la promoción y sensibilización, lo que supone predisponerlo para que participe de forma activa en los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo dentro o fuera del aula. En ese sentido, y considerando este enfoque, el propósito de la motivación estaría encaminado a despertar el interés de los estudiantes para lograr metas definidas.

En lo que se refiere al plano educativo, las actitudes, percepciones, expectativas y representaciones que los estudiantes tienen de sí mismos y de los compromisos o tareas que deben alcanzar y las metas que se han trazado son factores imprescindibles que influyen en las conductas que se asumen en contextos académicos (García

y Doménech, 2002). Por ello, es necesario considerarla y tener en cuenta que la palabra *motivación* abarca varios aspectos. En el caso de Valle y Arias (1999), que trabajaron en la elaboración de un modelo representativo que reflejaba el funcionamiento cognitivo-motivacional de los estudiantes, que se encontraban en pregrado cuando estos se enfrentan a tareas con la exigencia propia de la educación superior, las variables que integran dicho modelo son las atribuciones causales, el enfoque de motivación (metas) y el autoconcepto (Rinaudo et al., 2006).

En lo que respecta a las atribuciones causales, estas se refieren a que las valoraciones e interpretaciones que los estudiantes hacen de sus resultados de aprendizaje determinan su motivación. En cuanto a la segunda variable, hay que decir que las metas que ellos se plantean influyen en la elección de recursos cognitivos o estrategias que usan en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Y en relación con el autoconcepto, que se define como la valoración que el estudiante hace sobre sí mismo, también determina el éxito o fracaso que alcance en sus estudios, porque muy probablemente si un estudiante se siente incapaz de realizar determinada tarea, sus resultados no serán los que el docente esperaría, porque considera que no posee las herramientas o conocimientos para alcanzar la meta (Rinaudo, De la Barrera y Donolo, 2006). En síntesis, el autoconcepto académico y las atribuciones causales influyen directamente en la motivación de los estudiantes, que se traduce en la apropiación de diferentes metas que son determinantes a la hora de seleccionar las estrategias de aprendizaje que va a emplear un estudiante.

Considerando lo expuesto hasta aquí, queda claro que para realizar estudios que tengan que ver con la motivación es necesario no solo incluir variables personales e internas de las personas, sino también las externas que tienen que ver con el contexto inmediato en el que los estudiantes interactúan y que influyen en todas esas representaciones, ideas, creencias, que tienen. De esa forma, se puede afirmar que, si bien el aprendizaje es un proceso que involucra la cognición, también es de carácter motivacional. En consecuencia, para la mejora del rendimiento académico, es indispensable tener en cuenta tanto los aspectos cognitivos como los motivacionales, pues para aprender es innegable que se necesita un componente cognitivo (conocimientos, capacidades, destrezas), pero igualmente tener las ganas de hacerlo, querer, estar dispuesto y motivado (componentes motivacionales) para que haya aprendizaje (García y Doménech, 2002).

No obstante, para lograr que los estudiantes, y aún más los de educación superior, tengan la voluntad de aprender, es necesario que encuentren en el programa de

estudio que están cursando un sentido y significado de lo que están aprendiendo, lo cual constituye un desafío para la universidad y los docentes, pues ello implica que los contenidos de clase resulten atractivos e interesantes para el estudiantado. De este modo, el papel del docente en la motivación es fundamental, dado que en el mundo de hoy se espera que los estudiantes construyan sus propios saberes y asuman un rol activo en la elaboración de sus conocimientos, para lo cual es necesario que el quehacer del docente vaya más allá de las clases de tipo magistral, que suelen ser comunes en contextos universitarios.

Lo ideal es que los docentes sean mediadores, que guían el pensamiento de los estudiantes hacia metas apropiadas, porque esto les permitirá ser responsables con su propio proceso de aprendizaje, y así lograr que este resulte cada vez más significativo para él y, en definitiva, motivante (Rinaudo et al., 2006). Por estas razones, los alumnos motivados alcanzarán mejores resultados académicos y también desempeños profesionales de calidad, puesto que no hay mejor combinación que un alumno que se siente motivado y con ganas de aprender y un profesor apasionado, comprometido con lo que enseña y que además crea las condiciones para que sus estudiantes aprendan significativamente.

Conceptos

Cada día surgen innovaciones educativas en todas las disciplinas para que los profesores consideren en el momento de planear sus clases, no solo porque el conocimiento debe ser transmitido de una forma sencilla, sino por la calidad del conocimiento por ser transmitido. Por esto, es importante replantear las formas en que se presentan los contenidos a los estudiantes, en especial en educación superior, puesto que ellos son cada vez personas más competentes, que responden a las necesidades del contexto mundial de diversas formas y que hacen más difícil que el profesor pueda transmitir estos conocimientos de una forma clara y específica.

Es importante definir lo que es el término *contenido*, por ejemplo, para Coll y Solé (1987) es “aquello sobre lo que se versa la enseñanza, el eje alrededor del cual se organizan las relaciones interactivas entre profesor y alumnos que hacen posible que estos puedan desarrollarse, crecer, mediante la atribución de significados” (p. 24). Al hacer énfasis en los contenidos significativos, los estudiantes interiorizan los contenidos cuando les atribuyen significados y esta atribución depende en gran medida de la capacidad del estudiante de hacer una conexión entre lo que ya conoce y lo nuevo por aprender. Para que ello suceda, el material de aprendizaje debe ser relevante, no ambiguo y coherente, lo que en otras palabras quiere decir que no solo es importante lo relevante que pueda ser el contenido; más que ese aspecto, lo relevante es cómo se le presenta esa información al estudiante.

Con lo dicho hasta aquí, es evidente la importancia que adquieren los conocimientos previos de los estudiantes como factor determinante en el aprendizaje de nuevos contenidos, pues, al ser este un proceso activo de construcción de conocimientos, de significados a través de la búsqueda y de relaciones entre lo que ya se sabe y lo que se va a conocer, implica la memorización comprensiva de los contenidos aprendidos (Coll y Solé, 1987). Como lo establecen los autores mencionados, dichos contenidos son “almacenados en redes amplias de significados, y pueden ser utilizados en una variedad de tareas y situaciones” (p. 22). Esto es porque la memoria adquiere una nueva consideración cuando se establece una diferencia entre lo que es la memoria mecánica y la memorización comprensiva, pues, mientras que el uso de la primera es escasa o nula para el aprendizaje, en el segundo caso implica, no solo recordar lo que se aprende, sino que también se constituye en la base para adquirir nuevos aprendizajes.

Autopercepción

La autopercepción y las atribuciones forman parte de la cognición de las personas, permitiéndoles visionarse a sí mismos y a su contexto y, en definitiva, hacer valoraciones partiendo de los juicios que hacen de su propio comportamiento. Así, a través de la observación de los actos, se crea una percepción propia que puede ser positiva o negativa en relación con sentimientos, formas de ser, actuar y, de esa manera, a lo largo de la vida mediante la autopercepción (es una capacidad que posee solo el hombre), se logra hacer un conocimiento profundo alrededor de quiénes somos, cómo nos visionamos y cuáles son nuestras metas futuras.

En las últimas décadas, la educación ha hecho especial énfasis en el estudio del término, pues, como lo establecen Paoloni y Chiecher (2014), “los individuos interactúan con el mundo basados en sus percepciones y autopercepciones” (p. 5). En ese sentido, las autopercepciones se definirían como esquemas o modelos mentales que las personas construyen acerca de quiénes son. Siguiendo lo propuesto por los autores mencionados, dichas percepciones se integran en tres áreas bien establecidas que son la física (relacionada con la apariencia externa), la social (las relaciones con otros) y la académica. En lo que concierne a la última, los expertos la definen como la percepción que tienen las personas en lo que respecta a la calidad del rendimiento o desempeño como estudiante o como sujeto que labora considerando dos aspectos: el primero está relacionado con la percepción del sujeto acerca de él mismo como estudiante o empleado (buen alumno, buen trabajador) y el segundo con las cualidades valoradas en especial en ese contexto (inteligencia, hábito de trabajo).

En el nivel educativo universitario, la autopercepción que los estudiantes tienen sobre sí mismos influye en la interpretación que cada uno de ellos hace de las situaciones de aprendizaje y, además, ellos se orientan hacia su desempeño académico y profesional. Debido a este punto de vista, los estudiantes que tienen un alto nivel de autopercepción tienden a manifestar expectativas de éxito en la academia mucho más elevadas, menores niveles de ansiedad cuando son evaluados y una mayor resistencia frente a las dificultades que los estudiantes que poseen niveles bajos de autopercepción. Estas percepciones se convierten en un factor importante en el aprendizaje porque aportan datos acerca del grado en que los estudiantes ejercen control y monitorean sus creencias y sentimientos, lo que en otras palabras quiere decir que son una vía para conocer qué tanto autorregulan sus aprendizajes, y he ahí, según Martínez (2009), la importancia de conocer las autopercepciones que los estudiantes tienen en relación con la carrera que están cursando.

Lo anterior se debe a que los estudiantes con capacidad para autorregularse tienen la posibilidad de hacer un proceso autorreflexivo que les permite lograr un mejor enfoque de sus aprendizajes, lo que se traduce en éxito académico. Igualmente, tienen mayor flexibilidad en sus desempeños, mayor capacidad de planificar las estrategias y pasos, y mayor posibilidad de revisar y regular sus actividades cognitivas (Martínez, 2009). De esa forma, en lo que se refiere a proyecciones futuras, los estudiantes autorregulados, según el mismo autor, continuamente se fijan metas de acuerdo con aquello que los motiva. Por ello, para Martínez, la educación superior debe favorecer, entretanto, la construcción de conocimientos disciplinares y de carácter metacognitivos que ofrezcan a los estudiantes la posibilidad de tomar decisiones acerca del futuro que desean seguir, para que esto les permita proyectarse como personas y profesionales.

Por otra parte, y no menos importante, las autopercepciones permiten indagar, por ejemplo, la proyección que tienen los estudiantes para el futuro (cómo se imaginan ellos en un tiempo distinto del que están actualmente), así como las herramientas con las que cuentan para alcanzar esa finalidad o intención que se han trazado. Por consiguiente, ahondar en las expectativas de los estudiantes alrededor de las oportunidades laborales que ofrece el programa que están cursando es clave porque ofrece una visión clara respecto de los intereses de los aprendices y de las competencias que es necesario potenciar en el programa. Así las cosas, es difícil que desarrollen actitudes de proactividad, participación, curiosidad o habilidades para la investigación si no consideran que el esfuerzo o empeño que están dedicando a sus estudios dará frutos en el futuro (Martínez, 2009).

En este orden de ideas, las autopercepciones de los estudiantes permiten al profesor universitario hacer una interpretación y un análisis de las representaciones que tienen los estudiantes sobre ellos mismos y las proyecciones futuras que realizan, pudiendo identificar así las metas que se fijan al transcurrir la vida universitaria.

Ambientes de aprendizaje naturalmente críticos

Un ambiente de aprendizaje es el conjunto de elementos materiales, como la arquitectura, el equipamiento y el lugar; los elementos culturales; los elementos sociales, que permiten la interactividad, la comunicación y el trabajo en equipo; los elementos de tiempo, que comprenden la planeación y el momento en los que se lleva a cabo el aprendizaje; y el contenido académico, que también es conocido como plan de estudios (Bain, 2007).

No obstante, para Bain (2007), la variedad de respuestas y la participación de los estudiantes es lo que provee un ambiente de aprendizaje interesante. La meta es hacer que los estudiantes sean cautivados con las situaciones, a partir de variadas experiencias de aprendizaje, lo que responde a uno de los principios que componen un ambiente de aprendizaje crítico.

Todo ser humano tiene una curiosidad natural, la cual es necesario rescatar; se trata de ese instinto curioso que se tiene en la infancia y que permanece aún en los adultos: la fascinación por lo desconocido. Un buen profesor recurre a la habilidad del estudiante de explorar su propia curiosidad, lo cual permite a los educandos aprender con mayor profundidad, porque encuentran fascinantes, relevantes e importantes los problemas que se les presentan, al igual que cuando los profesores, en vez de emitir juicios acerca de sus trabajos, les brindan la oportunidad de fallar, comentar y recibir retroalimentación sobre lo que hacen. De la misma manera, para Bain (2007), los estudiantes aprenden más cuando trabajan en conjunto con pares que enfrentan los mismos problemas que ellos; esto último responde al primer principio que compone un ambiente de aprendizaje naturalmente crítico.

En cuanto a lo que el experto define como ambiente natural, afirma que dicho ambiente está relacionado con esa capacidad que tiene el estudiante de estar activamente involucrado en su proceso de aprendizaje, que se genera cuando el docente propone a los estudiantes buenas preguntas que lo llevan a razonar, a leer con capacidad de análisis, a despertar la curiosidad de la mente humana. Dicho de otro modo, a ayudar a los estudiantes a que piensen metacognitivamente, lo que se traduce en lo que Bain llama aprendizaje profundo.

En lo que respecta a las presentaciones o sustentaciones en clase, los buenos profesores formulan a sus estudiantes una nueva pregunta o un problema para una mejor apropiación de lo que están escuchando. Asimismo, los buenos profesores durante toda la clase invitan a sus estudiantes a participar y consideran valiosas las respuestas o reacciones de los estudiantes y, cuando notan que hay algunos aprendices que presentan dificultades, cambian el ritmo de la clase para que todos puedan comprender lo que se está trabajando, repiten puntos claves y permiten a los estudiantes tomarse su tiempo para pensar alrededor de los cuestionamientos o problemas que se les presenten. En relación con la dinámica de trabajo, el profesor formula una pregunta y esta puede ser analizada individualmente, o en grupos no muy grandes para que discutan sobre las posibles respuestas a dicha pregunta y presenten un informe final que aborde lo que han discutido. Finalmente, en este tipo de ambientes de aprendizaje, los profesores se toman el tiempo de escuchar a sus estudiantes y de contestar los interrogantes que estos tengan, lanzando contrapreguntas que les lleven a dar solución a sus interrogantes, evitando responder inmediatamente al cuestionamiento sin antes haberles invitado a pensar. Y no menos importante, un buen profesor permite a toda la clase discutir entre ellos los problemas planteados (Bain, 2007).

4. OBJETIVOS

El objetivo general es realizar un análisis comparativo de la autopercepción, motivación y apropiación de conocimientos de los estudiantes de la asignatura Introducción a la Ingeniería Civil, utilizando los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en uno de los tres cursos.

Objetivos específicos

- Fomentar en los estudiantes el entusiasmo y la entrega por la carrera escogida mediante la presentación de ensayos, exposiciones, trabajos en grupo, casos de estudio, debates y juegos de roles.
- Presentar a los estudiantes del grupo experimental estudios de caso, ejercicios prácticos y situaciones cotidianas que les inviten a aplicar los conocimientos adquiridos en el curso crítica y reflexivamente.
- Incentivar la ética profesional y el buen uso del nombre en el campo laboral presentando situaciones problema y casos de estudio.

5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA

Metodología

Considerando que el objetivo general del estudio es hacer una comparación de los resultados de la aplicación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en un grupo experimental que permita analizar qué tan eficaz resultó para el proceso de aprendizaje de los estudiantes trabajar con dichos ambientes, y si hubo o no cambios en relación con las tres variables analizadas, el enfoque de investigación indicado es mixto, porque se incluyen técnicas, métodos, enfoques y lenguaje de tipo cuantitativo y cualitativo en un solo estudio, lo cual es propio de este tipo de diseño (Pereira, 2011).

Igualmente, el estudio es de tipo comparativo (Pereira, 2011), puesto que se trabajó en los cursos de Introducción a la Ingeniería Civil (tres en total), teniendo a uno de ellos como grupo experimental, que es el que recibe la variable independiente, o el tratamiento diferenciador y otros dos, denominados grupos control (nombrados 1 y 2), que no recibe tratamiento alguno.

Muestra

En relación con la asignatura de Introducción a la Ingeniería Civil, es una asignatura obligatoria que cuenta con dos créditos e intensidad horaria de una hora por semana. En la investigación, participaron 30 estudiantes del grupo experimental, quienes hicieron parte del cambio metodológico; el grupo control 1 está compuesto por 34 estudiantes y el grupo control 2 por el mismo número; los tres cursos estuvieron a cargo del mismo profesor. El 50 % de los estudiantes de los 3 grupos tienen 19 años, un 32 % 18 años, un 10 % 19 años, un 7 % están en los 16 años y, finalmente, un 1 % tienen 20 años; en las tres aulas, hay un mayor número de hombres que de mujeres (67 % del sexo masculino y 33 % del sexo femenino). Estos datos hacen parte fundamental del análisis de curso y servirán como herramientas para poder entender de una forma más clara los resultados obtenidos y así analizar cómo algunos de ellos ven su entrada a la universidad, la asignatura de Introducción a la Ingeniería Civil y su futuro como ingeniero civil.

Instrumentos

Las técnicas y los instrumentos utilizados para tomar datos en la investigación se describen en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación de aula

Técnica	Instrumento	Objetivo	Dirigido a:
Observación no participante	Protocolo de observación de clases (CEDU)	Identificar en la práctica del docente aspectos esenciales de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.	Docente
Test	Cuestionario de enfoques de aprendizaje (CEDU)	Conocer la motivación de los estudiantes frente a la asignatura.	Estudiantes
Observación no participante desarrollada por los estudiantes	Protocolo de observación de clases (CEDU)	Identificar en la práctica del docente aspectos esenciales de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.	Docente
Formato de notas	Calificaciones de los estudiantes	Comparar los resultados académicos de los tres grupos luego de la intervención (grupo experimental y los de los grupos control 1 y 2).	
Test	Cuestionario de autopercepción (creado por el profesor con apoyo del CEDU)	Determinar el impacto del curso en la proyección futura de los estudiantes de Ingeniería Civil.	Estudiantes

Fuente: Elaboración propia.

Descripción paso a paso de la investigación de aula

Teniendo en cuenta que la dinámica de trabajo en clase consiste en que los estudiantes realicen unas presentaciones que abordan los contenidos de la asignatura y del programa de Ingeniería Civil (historia de la ingeniería, construcciones en acero, megaconstrucciones, lecturas de planos, etc.), este semestre se optó por incluir después de las presentaciones una pregunta o situación para generar discusión y reflexión entre el estudiantado.

Así, la dinámica de clase se planeó y ejecutó de la siguiente manera:

- Se hizo el diseño de las preguntas, de los estudios de caso o de las situaciones problema para presentar a los estudiantes por temática.
- Se planeó cómo iban a ser desarrolladas esas preguntas por los estudiantes, quedando establecido que en algunas oportunidades trabajarían en equipos, otras veces se harían concursos o se generarían espacios de discusión entre ellos de máximo 10 min para dar respuesta a los interrogantes planteados, pues el

tiempo de la clase solo es de una hora, por lo que no fue posible dedicar un tiempo mayor para la socialización y el desarrollo de las preguntas.

- Se establecieron las temáticas que los estudiantes abordarían en sus presentaciones, la pregunta, la situación o el problema que se les plantearía al final y la dinámica de socialización, tal y como se expresa en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Temas, preguntas y dinámica de socialización en clase

Tema	Pregunta, situación o problema	Dinámica de socialización
Historia de la ingeniería civil (cómo se generó, línea del tiempo, principales exponentes) y participación de la ingeniería civil en el desarrollo de las sociedades.	¿De qué manera (positiva o negativa) la ingeniería civil ha contribuido a la formación de las sociedades?	Carrera de relevos: dividir en dos grupos el salón, un grupo genera los impactos positivo y el otro los negativos, y al final se hace una socialización.
Aspectos éticos y de responsabilidad social en la ingeniería civil (código de ética).	¿Quiénes tendrían la responsabilidad social y judicial en el caso del edificio Space? (lectura previa).	Subdividir el salón en cuatro equipos, los cuales deben defender las posiciones de los diferentes entes implicados dentro del caso: ente gubernamental, propietarios de la obra, ingenieros de la licitación y la comunidad aledaña. Se tendrá un representante de cada grupo quien será el único que podrá hablar.
Aspectos legales en la ingeniería civil (contratación de obras públicas, Ley 80/1993, 28 de octubre, por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, licencias ambientales y de construcción), Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (Sisoma), cómo obtener la tarjeta profesional (Consejo Profesional Nacional de Ingeniería [Copia]).	¿Creen ustedes que la contratación pública en Colombia es transparente? ¿Por qué?	Justifique y dé un ejemplo de su respuesta, además se tendrán dos preguntas más basadas en la exposición: ¿qué requisitos necesito para sacar mi matrícula profesional? y ¿palabras clave para la contratación contenidas en la Ley 80/1993, 28 de octubre? Se empieza con una pareja, luego dos parejas se unen y tratan el tema, luego dos grupos de 4 personas y se entrega el producto final.

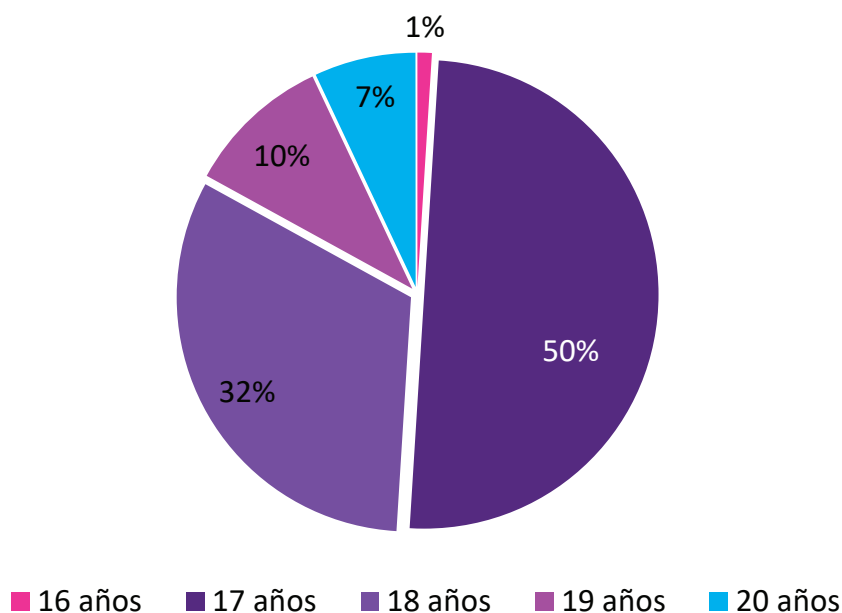
Tema	Pregunta, situación o problema	Dinámica de socialización
Grandes obras de ingeniería civil (métodos constructivos del pasado y su aplicación en el presente), megaconstrucciones en acero.	¿De qué manera la construcción en estructura metálica influye en el desarrollo económico de una ciudad?	Se plantea una estructura en boceto y luego se solicita que los estudiantes analicen cuál método constructivo sería el más eficiente desde su punto de vista, partiendo de cinco parámetros básicos como tiempo de construcción, presupuesto, uso del inmueble, localización (clima) y diseño arquitectónico. Se tendrá una tabla para señalar con X y luego un pequeño análisis del grupo del porqué de su respuesta.
Etapas de un proyecto de ingeniería civil (temas por tratar: planeación, cronograma, presupuesto, APU, etc.).	Proyección de un cronograma errado.	Se realiza la exposición y luego se presenta un cronograma de obra errado para socializar, posteriormente los voluntarios pasarán a decir cómo es el cronograma de verdad.
Construcción de edificaciones (etapas constructivas), lecturas de planos (eléctricos, de mampostería, hidráulicos, planta, cortes) y programas aplicados a ingeniería civil (p. ej.: AutoCAD, SAP2000, Epanet, entre otros).	Identifique cinco detalles constructivos que deben presentar los planos para garantizar que otro ingeniero pueda realizar la obra.	Se proyecta la pregunta y se procede con la presentación. Colocar un plano y preguntar a dos estudiantes si yo puedo construir con ese plano (pequeña introducción por parte del docente).
Equipos de construcción usados en los diferentes proyectos de ingeniería (túneles, vías, edificios, cimentaciones, presas, etc.), para qué se usan y equipos especiales; roles en ingeniería civil: interventor, director de obra, ingeniero residente.	¿Saben la diferencia entre un maestro de obra y un ingeniero residente? ¿Saben ustedes qué es un mediacuchara? ¿Qué herramientas como mínimo debe tener un oficial para considerarse como tal?	Se elaborarán actividades en papelitos y luego se colocarán en los perfiles de cada profesional. Los perfiles son ingeniero residente, director de obra, maestro de obra, interventor, almacenista, oficial, ayudante y topógrafo.
Participación de la ingeniería civil en el desarrollo económico de un país.	¿Cómo desarrollarías un proyecto de ingeniería que logre equilibrar el desarrollo económico de un país y su parte ambiental?	Video o foto (estudio de un caso), analizar lo que hubiesen o no hecho ante esa misma situación, qué cambios generarían.
Diseño de una torre con materiales no convencionales, juego de pasta y masmelo. Gana la torre que logre sostener el masmelo con el total de pastas asignadas.	¿Por qué la torre logra sostener el masmelo? ¿Por qué no?	Socialización de la pregunta.

Fuente: Elaboración propia.

Durante todo el semestre, a los estudiantes de los tres grupos se les aplicaron encuestas, test de enfoques de aprendizaje y preguntas de autopercepción para hacer un análisis de los resultados al finalizar la experiencia. No obstante, las preguntas de pensamiento crítico se aplicaron solo al curso experimental, ya que esta herramienta estaba diseñada pensando en ver la influencia que tiene en los tres aspectos estudiados en esta investigación de aula.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan para cada uno de los tres aspectos de estudio los resultados obtenidos y sus respectivos análisis. Para hacer este análisis, se tuvieron en cuenta las edades de los estudiantes que hicieron parte del estudio, ya que de las edades promedio se puede analizar el nivel de madurez de los estudiantes y por ende sus respuestas. En la figura 4.1, se observa el porcentaje de edades en los tres cursos.



Fuente: Elaboración propia.

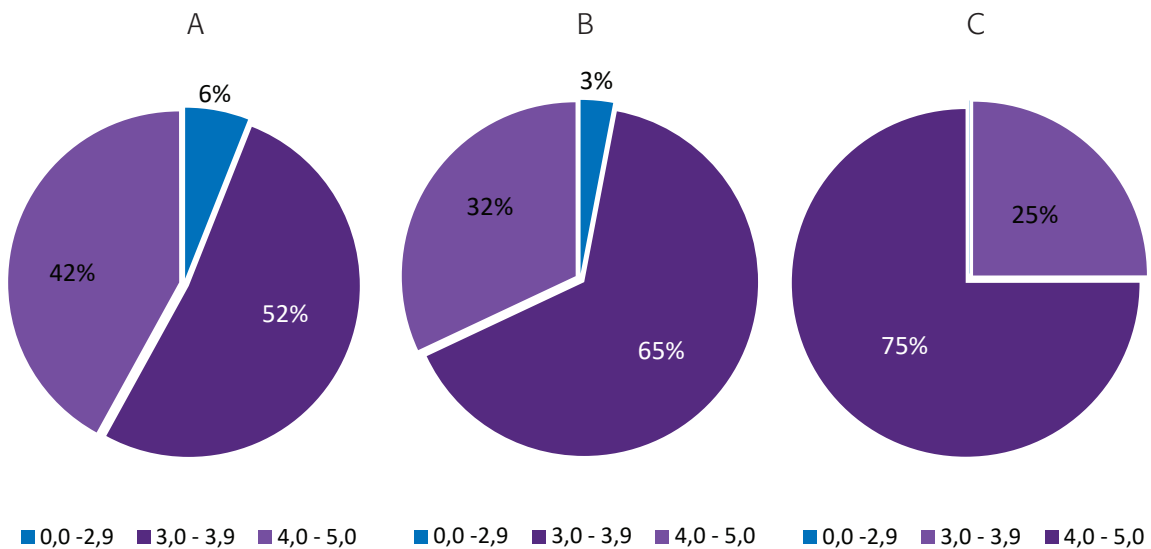
Figura 4.1. Edades de los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Civil.

En esta figura, se puede observar que la participación más grande son estudiantes de 17 años, seguidos de estudiantes de 18 años, lo que indica que el 82 % de la muestra son adolescentes que podrían tener una alta claridad de lo que han elegido

estudiar y para tomar decisiones que van a influir en sus vidas. Basado en lo anterior, y tomando las palabras de Diz (2013), quien afirma que finalizando los 17 años y comenzando los 18 años los adolescentes son más racionales, tienen objetivos vocacionales prácticos, poseen comportamientos que se aproximan a los de un adulto mayor y son más comprometidos, es posible que en esta etapa de sus vidas tengan claro qué es lo que quieren y sean capaces de argumentar sus respuestas de forma crítica, como se les planteó a lo largo del estudio.

Conceptos

Para realizar el análisis de los resultados en este aspecto del estudio, se tomaron las notas finales de los estudiantes de los tres grupos (dos de control y uno experimental), con el fin de observar si los conceptos adquiridos en el curso, relacionados con los fundamentos de la ingeniería civil, han quedado claros. Además, se evalúan a los estudiantes a los que se les aplicó la metodología de pensamiento crítico, haciendo que las clases fueran un poco más didácticas en su desarrollo, con el propósito de permitir que las diferentes formas de aprender del ser humano permitan que el conocimiento perdure en la memoria. Esto nos permite conocer qué tan efectiva es la metodología y las herramientas usadas en clase (figura 4.2).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.3. Notas finales de los grupos control 1 (A), control 2 (B) y experimental (C).

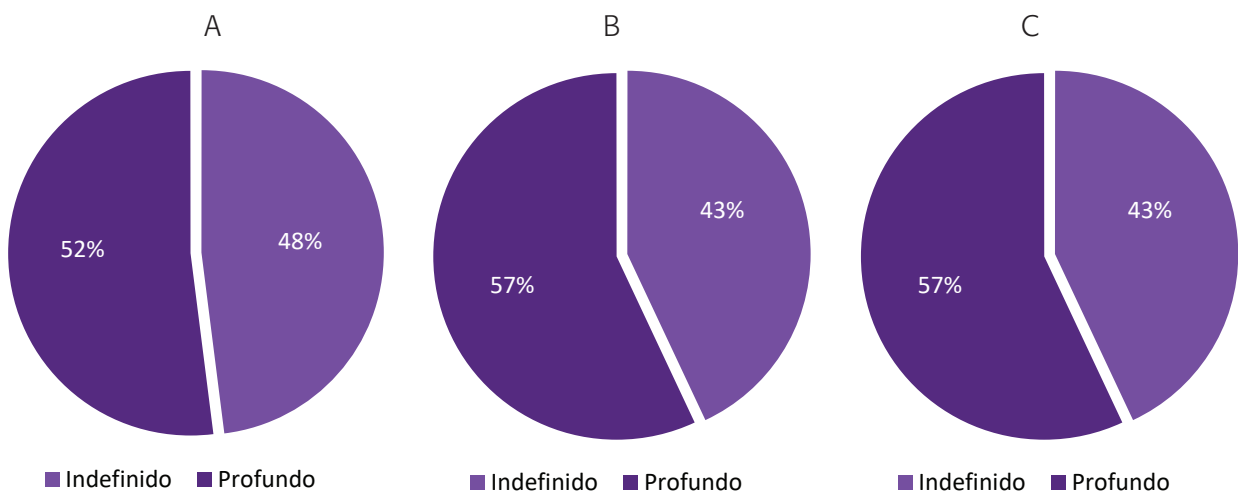
Como se puede observar, los resultados más altos, el 75 % entre las notas de 4,0 a 5,0, se obtuvieron en el grupo experimental en los que se aplicó la metodología basada en preguntas problema, actividades lúdicas y talleres para fomentar el pensamiento crítico (véase la tabla 4.1 para conocer las preguntas provocadoras). El buen resultado en las notas de este grupo pudo haber estado influido por la activa participación de los estudiantes, que tuvieron la oportunidad de generar espacios de discusión que les permitieron construir aprendizajes en casos reales de estudio, pues, como se evidencia en las figuras, ningún estudiante reprobó la asignatura, sino que obtuvieron notas entre 3,0 y 3,9, que conformaron un 25 % de la muestra, considerablemente bajo en comparación con el porcentaje de estudiantes que aprobó con notas superiores a 4,0.

Asimismo, la forma en la que se impartió el curso también pudo ser una variable importante en el desempeño de los estudiantes, puesto que en los dos grupos control la intervención del docente se basaba en explicar los conceptos básicos y no se generaba ninguna forma de participación estudiantil. Mientras tanto, en el curso en el que sí se trabajó con ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, hubo una comunicación activa entre el estudiantado y el docente. Esto indica que las experiencias de aprendizaje que se propusieron resultaron beneficiosas para el grupo experimental al tener la oportunidad de clarificar conceptos que se abordaron en las presentaciones orales, ya que, como lo muestran las figuras, mientras en este curso no hubo porcentaje de estudiantes reprobados, en los otros dos salones sí, con porcentajes del 6 % en el grupo control 1 y del 3 % en el grupo control 2. Además, es curioso que en ambos grupos el mayor porcentaje corresponde a aquellos estudiantes que obtuvieron notas entre 3,0 y 3,9, lo que podría indicar que estos espacios de socialización y generación de pensamiento crítico en efecto influyen en la apropiación de conceptos de los estudiantes.

Motivación

La motivación se midió aplicando el test de enfoques de aprendizaje. Es importante anotar que estos van del estratégico, en el que el estudiante centra su atención en el cumplimiento de las tareas y los resultados de las evaluaciones, al que realmente quiere aprender y trabaja por apropiarse de los conceptos y desarrollar habilidades de pensamiento. Se utilizó como herramienta de medición un test de selección múltiple con única respuesta, cuyas respuestas van desde nunca o rara vez hasta siempre o casi siempre. Para el desarrollo de esta parte del estudio, se realizaron veinte preguntas a cada estudiante, que trataban de analizar la motivación y el

interés de ellos por el programa de Ingeniería Civil. La figura 4.4 presenta el tipo de enfoque de los estudiantes encuestados, organizándolos en dos fundamentales: profundo o indefinido. En este último, se presentan aquellos estudiantes que obtuvieron puntajes con muy pocas diferencias entre un enfoque y el otro, por tanto, no se sabe con certeza en cuál se pueden ubicar.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4. Tipo de enfoque en los grupos control 1 (A), control 2 (B) y grupo experimental (C).

Los resultados (figura 4.3) indican que dos de los grupos presentan el mismo comportamiento: el grupo experimental y el grupo control 2, cuyo porcentaje de estudiantes (57 %) se inclinan más por el enfoque de aprendizaje profundo. Por su parte, en el grupo control 1, aproximadamente la mitad del curso (52 %) se inclinó por el enfoque profundo y el resto por un enfoque indefinido. De los resultados presentados en la figura 4.4, se puede inferir que, en el caso del grupo experimental y el grupo control 2, los estudiantes están muy motivados por seguir estudiando el programa de Ingeniería Civil. Sin embargo, cabe resaltar que las prácticas de aula aplicadas en este estudio al curso denominado experimental pudieron haber influido en que los estudiantes se hayan inclinado a responder que el enfoque de motivación es profundo, pues fueron partícipes de experiencias de aprendizaje en las que asumieron un rol más activo, en comparación con los otros dos grupos en los que la dinámica fue meramente magistral.

Además, las estrategias de aprendizaje y las actividades realizadas en el aula pudieron hacer que el estudiante afianzara el porqué estudió este programa y elevara sus niveles de motivación, pues, como lo afirman Rinaudo et al. (2006), para que los estudiantes tengan la voluntad y el deseo de aprender auténticamente, es necesario que los contenidos resulten interesantes y atractivos para ellos. De esta forma, al presentar al estudiantado preguntas provocadoras, que generan cuestionamientos y al proponerles asumir un rol desde su quehacer como ingenieros civiles, se produce un enfoque profundo que permite incentivar al estudiantado a continuar en el programa. Esto último se puede ver representado en que el 100 % de los estudiantes del curso experimental se mantuvieron en el programa, con lo cual bajaron los niveles de deserción presentados en semestres anteriores.

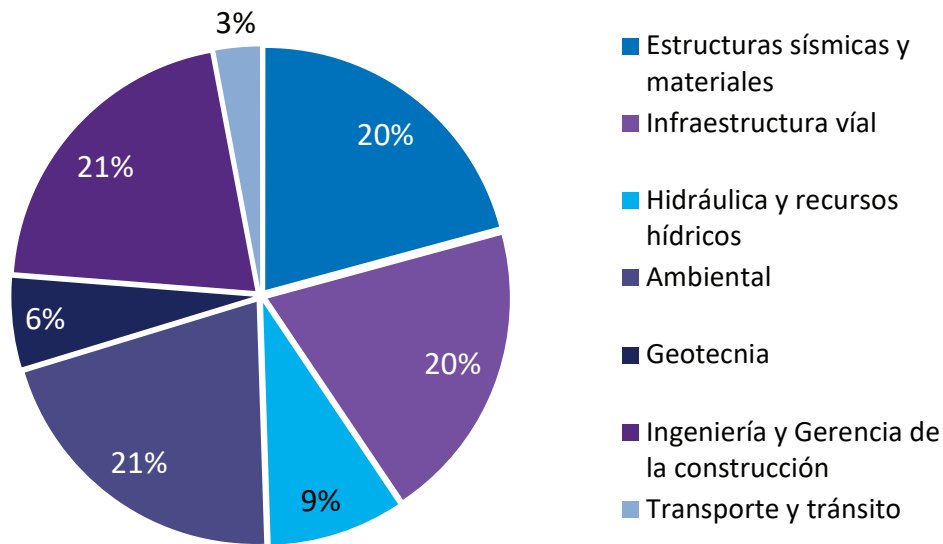
Autopercepción

Para analizar los niveles de autopercepción de los estudiantes de los tres cursos de estudio de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Civil en relación con su futuro desempeño profesional y en especial en qué campo de la ingeniería civil se proyectan laborando, se diseñó una encuesta. Esta se llevó a cabo con el objetivo de comparar los cursos control y el curso experimental, de tal forma que, al analizar los resultados finales, se pueda concluir si las actividades metodológicas usadas para generar espacios de aprendizajes con pensamiento crítico cambian la percepción de su carrera a los estudiantes de primer semestre de ingeniería.

Como se explicó en la metodología, el curso experimental tuvo presentaciones con diferentes temas de la ingeniería civil, como historia de la ingeniería civil, áreas de trabajo en las que se divide la ingeniería civil, lectura de planos de ingeniería, etapas de los procesos constructivos, entre otros, que hacen tener un conocimiento más amplio del programa para que los futuros ingenieros identifiquen en qué área quieren trabajar y conozcan desde primer semestre cuál es la labor de un ingeniero en un proyecto de ingeniería.

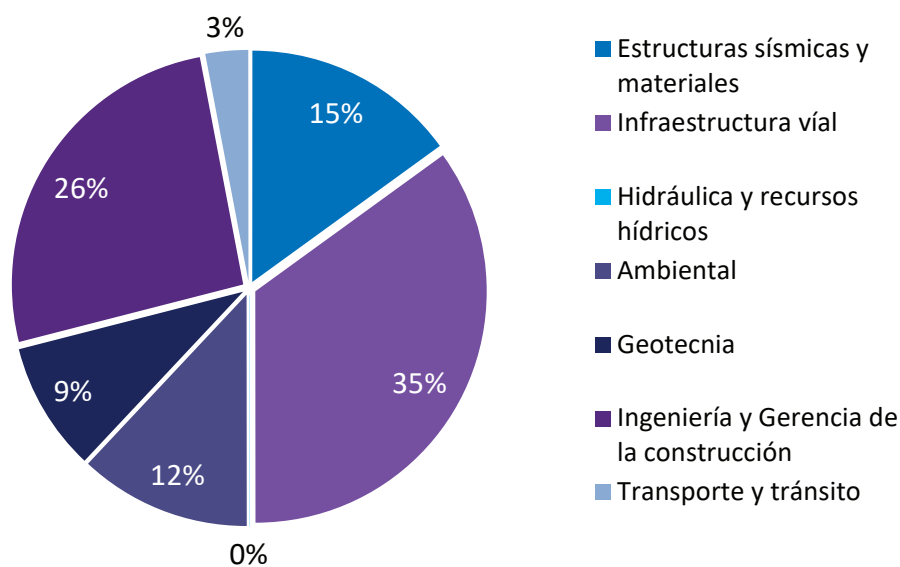
A continuación, se presentan los resultados de algunas de las preguntas más relevantes que se obtuvieron de la encuesta aplicada a los tres cursos y que suministraron información relacionada con cómo se ven los estudiantes en el momento de acabar sus estudios universitarios, con cómo es la percepción de ellos hacia el programa de Ingeniería Civil y con temas referentes al cambio de percepción de la importancia de los cursos básicos de física, cálculo y álgebra lineal.

Las figuras 4.5, 4.6 y 4.7 presentan los resultados a una pregunta interesante sobre el área en la que se ven ellos trabajando en el momento de terminar sus estudios universitarios, de modo que es un punto de partida importante para analizar en el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad del Norte qué énfasis debe ser reforzado o qué materias de profundización deben ser creadas.



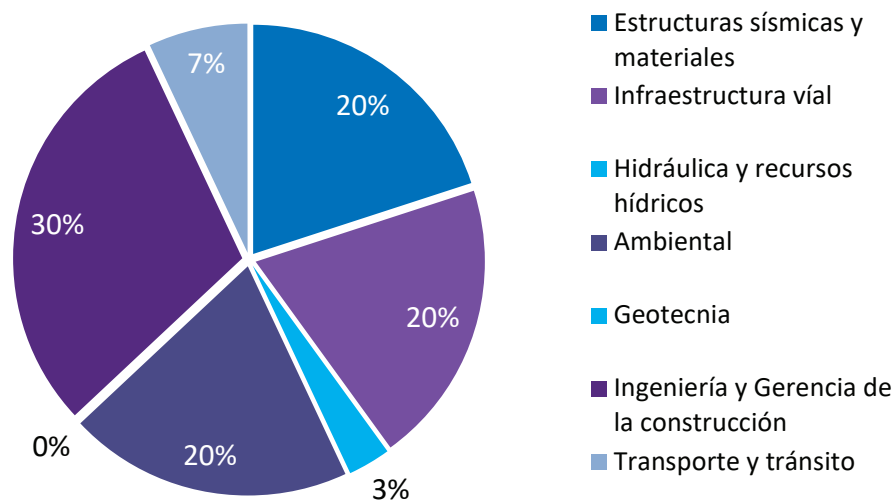
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.5. Grupo control 1. Respuesta a la pregunta: “Dentro de los diferentes campos de acción de la ingeniería civil presentados en el curso, mediante las exposiciones y charlas, ¿en cuál de ellos te ves trabajando en un futuro?”.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.6. Grupo control 2. Respuesta a pregunta: "Dentro de los diferentes campos de acción de la ingeniería civil presentados en el curso mediante las exposiciones y charlas, ¿en cuál de ellos te ves trabajando en un futuro?".



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.7. Grupo experimental. Respuesta a pregunta: "Dentro de los diferentes campos de acción de la ingeniería civil presentados en el curso mediante las exposiciones y charlas, ¿en cuál de ellos te ves trabajando en un futuro?".

Se puede observar que en los tres cursos los estudiantes se ven trabajando en áreas como ingeniería y gerencia de la construcción (entre el 26 y el 30 %), infraestructura vial (entre el 20 y el 35 %), seguidos, en orden descendente, de estructuras, sísmicas y materiales (entre el 15 y el 20 %); sin embargo, las demás áreas cambian en porcentajes dependiendo de la influencia de las exposiciones presentadas en el curso. Es importante mencionar que en la primera clase del curso se les preguntó a los estudiantes su énfasis y más del 80 % respondieron en ese momento que eran las estructuras (edificios); pero, al finalizar el curso, se ve que el cambio fue variado e importante, como se puede observar en la distribución diversificada.

A continuación, se presenta la respuesta a la siguiente pregunta: “¿Considera que el curso cambió de alguna forma su percepción inicial de cómo pensó era la ingeniería civil? Justifique su respuesta”. A lo que los estudiantes respondieron (algunas de las respuestas más comunes):

“Sí, porque descubrimos los diferentes enfoques de la ingeniería y cómo los puedo aplicar en varios campos”.

“Sí, cambió mi forma de percepción de lo que en verdad es la ingeniería civil, aprendí que es una carrera de servicio a la comunidad y que tiene muchos campos en que me puedo desempeñar. Es considerada la madre de más ingenierías”.

“Sí, antes creía que el ingeniero civil solo construía, pero ahora sé que también se preocupa por el medio ambiente y demás aspectos”.

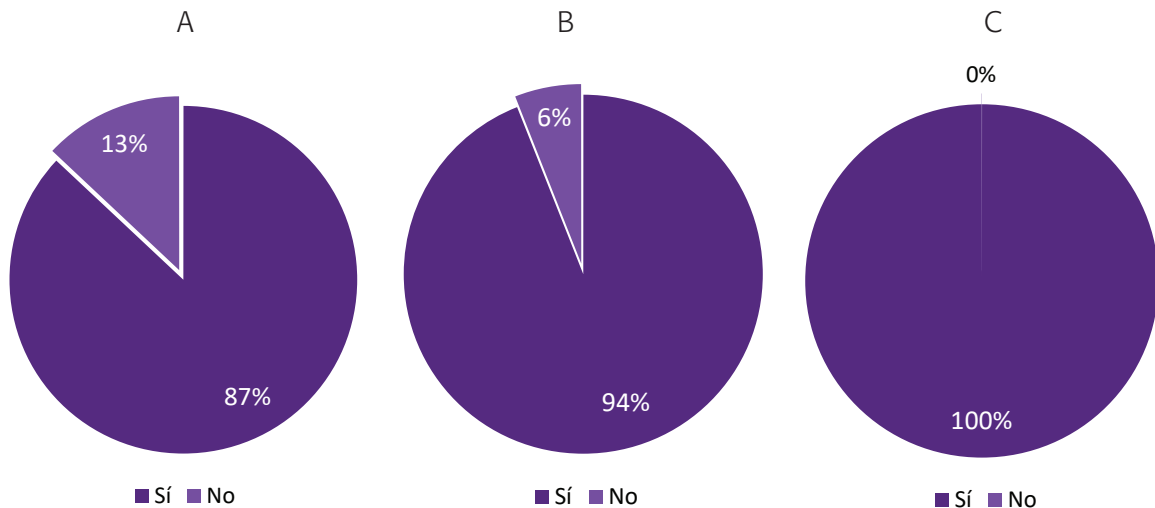
“Sí, a través de la clase de Introducción [a la Ingeniería Civil], cambió mi pensamiento sobre las aplicaciones de la ingeniería civil. Yo pensaba que esta carrera solo se podía aplicar en trabajos de campo, pero aprendí que es amplia y tiene muchas ramas en las que me puedo desempeñar”.

“Sí, mi percepción de ingeniería antes del curso era muy básica, ahora conozco todas las áreas en las que me puedo desempeñar y me gusta mucho más”.

“No, siempre tuve claro que un ingeniero no solo se encarga de hacer cálculos, sino que es un profesional integral, que trabaja en equipo y que está dispuesto a resolver cualquier problemática, aunque no sea meramente de cálculos”.

“No, no cambió mi percepción inicial, pero me dio a conocer más a profundidad sobre el campo de ingeniería civil”.

Para entender mejor el significado de las respuestas anteriores, se graficó la respuesta Sí y No, para examinar si se veía diferencia entre la percepción de los grupos control y el grupo experimental (figura 4.8).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.8. Respuesta del grupo control 1 (A), grupo control 2 (B) y del grupo experimental (C) a la siguiente pregunta: "¿Considera que el curso cambió de alguna forma su percepción inicial de cómo pensó era la ingeniera civil? Justifique su respuesta".

Se observa que el 100 % del curso experimental respondieron que este cambió de alguna manera su perspectiva sobre la ingeniería civil y sus áreas de aplicación, así como las funciones de lo que hace un ingeniero en la obra y en la oficina. Sin embargo, para los cursos control, se observó que un porcentaje respondió que No (el 6 % en el grupo control 2 y el 13 % en el grupo control 1).

En general, para el resto de preguntas realizadas, se observó el mismo comportamiento, en las que el 100 % del grupo experimental respondió que Sí, a diferencia de los grupos control, en los que se obtuvieron algunos No como respuesta.

Lo anterior permite inferir que el curso experimental como fue presentado pudo generar un cambio en la perspectiva de los estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería Civil y crea inquietudes y expectativas hacia lo que van a ver en las siguientes asignaturas del programa, al no presentarse una negación como respuesta en el test que se aplicó y, además, por los argumentos que hicieron los estudiantes en sus respuestas anotadas.

CONCLUSIONES

Del estudio que se realizó en el que se compararon tres cursos de Introducción a la Ingeniería Civil, se concluye que evidentemente al generar espacios de diálogo, de socialización de ideas, de presentación de soluciones a problemas, se fomentan habilidades de pensamiento activo y crítico en los estudiantes que elevan los niveles de motivación en los estudiantes y les permiten direccionar y visualizarse de una mejor manera en su futuro quehacer profesional.

Luego de aplicar la metodología de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, se hizo evidente que para los estudiantes del curso experimental resultó mucho más enriquecedor el proceso, pues asumieron roles, discutieron con sus pares poniendo a prueba sus propios juicios y ello les permitió tener un conocimiento más amplio en relación con las oportunidades que ofrece el programa de Ingeniería Civil, la importancia de la ética profesional en el mundo laboral y, en definitiva, apropiarse de lo que implica este para la sociedad. También les ayudó a reconocer que haberlo escogido se convierte en una gran responsabilidad para ellos, debido a que la ingeniería civil da soluciones a los problemas de la sociedad. En otras palabras, estos espacios en los que primaban las situaciones problema basadas en la cotidianidad del ingeniero hizo que los estudiantes encontraran sentido a la asignatura y la aplicación a muchas de las asignaturas de los semestres superiores (matemáticas, física y expresión gráfica).

Finalmente, y como lo menciona Bain (2007), una vez los estudiantes ponen a prueba su pensamiento y se sienten motivados, los resultados de aprendizaje van a ser más satisfactorios que para aquellos que no sienten interés por la asignatura, es decir, la motivación aumenta a medida que esta se va desarrolla. En el caso del grupo experimental, quienes asumieron un rol activo durante todo el semestre, al final, obtuvieron notas significativamente más altas que los otros dos grupos en los que hubo estudiantes que retiraron la materia o no la aprobaron. Eso quiere decir que, una vez el estudiante se siente motivado y encuentra relevancia en un curso, asumirá un enfoque profundo.

Es importante mencionar que en una de las clases iniciales se habló de la ética profesional y de cómo ejercer la ingeniería civil dentro de los parámetros legales. Esto generó en los tres cursos un apersonamiento de cada estudiante por realizar las labores en un marco ético, logrando que las actividades realizadas en los tres cursos cumplieran a cabalidad con el reglamento estudiantil. Sin embargo, en el curso experimental, con las charlas y los talleres, los temas de corrupción y de sobornos

siempre salieron a la luz pública, permitiendo que los estudiantes de primer semestre conocieran que este tipo de manejo inadecuado de obras de ingeniería puede evitarse y que si se realizan pueden ser penalizados hasta con la cárcel.

RECOMENDACIONES

Sería interesante discutir qué tan viable resultaría que la asignatura contara con una intensidad horaria de dos horas para que los tiempos de participación de los estudiantes y las experiencias con ellos sean más enriquecedoras, puesto que con los resultados obtenidos en la investigación se hizo evidente que, cuando se crean espacios de socialización que les permitan discutir entre ellos, poner a prueba sus capacidades de pensamiento y creatividad, el curso se convierte en una experiencia significativa para ellos, como se vio reflejado en el estudio. De esa manera, es importante continuar con una dinámica de clase que no se base en la mera explicación magistral, sino que también se presenten a los estudiantes otras formas de aprendizaje (estudios de caso, preguntas problema, discusiones grupales, etc.).

REFERENCIAS

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad* (2.ª ed.). Valencia, España: Universidad de València.
- Coll Salvador, C. y Solé i Gallart, I. (1987). La importancia de los contenidos en la enseñanza. *Revista Investigación en la Escuela*, 3, 19-27. Recuperado de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/59098>
- García Bacete, F. J. y Doménech Betoret, F. (2002). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 1(6), 24-36. Recuperado de [http://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Motivacion/\[PD\] %20Documentos %20- %20Motivacion %20aprendizaje %20y %20rendimiento %20escolar.pdf](http://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Motivacion/[PD] %20Documentos %20- %20Motivacion %20aprendizaje %20y %20rendimiento %20escolar.pdf)
- Diz, J. I. (2013). Desarrollo del adolescente: aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatría Integral*, 17(2), 88-93. Recuperado de <https://www.adolescenciasema.org/wp-content/uploads/2015/07/Desarrollo-del-adolescente.pdf>
- Martínez Carpio, H. (2009). Autopercepción social y atribuciones cognoscitivas en estudiantes de bajo rendimiento académico. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(3), 1175-1216. Recuperado de http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/844/Art_19_294.pdf?sequence=1

- Montico, S. (2004). La motivación en el aula universitaria: ¿una necesidad pedagógica? *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 15(29), 105-112. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/145/14502904/>
- Oficina de Planeación, Universidad del Norte. (2015). *Boletín Estadístico Uninorte 2015*. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte. Recuperado de [https://www.uninorte.edu.co/documents/10698/0/Bolet %C3 %ADn+Uninorte+2015+web.pdf/12271ef1-1ca8-4334-b00e-64a97d8f411b](https://www.uninorte.edu.co/documents/10698/0/Bolet%C3%ADn+Uninorte+2015+web.pdf/12271ef1-1ca8-4334-b00e-64a97d8f411b)
- Paoloni, P. V. R. y Chiecher, A. C. (2014). *Feedback sobre autopercepciones: una estrategia institucional para el empoderamiento de ingresantes en ingeniería*. Ponencia presentada en XIV Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria: La gestión del conocimiento y los nuevos modelos de Universidades, Florianópolis, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/132228>
- Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 15-29. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
- Polanco Hernández, A. (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 5(2), 1-13. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/447/44750219/>
- Rinaudo, M. C., de la Barrera, M. L. y Donolo, D. S. (2006). Motivación para el aprendizaje en alumnos universitarios. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 9(22), 1-19. Recuperado de [http://reme.uji.es/articulos/numero22/article2/num %2022 %20article %202 %20ArticMotivparaREME.PDF](http://reme.uji.es/articulos/numero22/article2/num%2022%20article%202%20ArticMotivparaREME.PDF)

5

IMPACTO DEL CAMBIO CURRICULAR Y METODOLÓGICO EN LA MOTIVACIÓN Y AUTOEFICACIA DE LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE SISTEMAS

Carlos Ardila

Docente investigador

Departamento de Ingeniería de Sistemas y computación
cardila@uninorte.edu.co

Augusto Salazar

Docente investigador

Departamento de Ingeniería de Sistemas y computacion
augustosalazar@uninorte.edu.co

Pedro Wightman

Docente investigador

Departamento de Ingeniería de Sistemas y computación
pwightman@uninorte.edu.co

Andrés Fernández

Asistente de investigación

munarrize@uninorte.edu.coo

Katherin Lugo

Asistente de investigación

klugo@uninorte.edu.co

RESUMEN

El programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte presenta altos niveles de deserción. En los análisis, se puede ver que esta se concentra en los primeros cuatro semestres académicos, en los que el currículo aloja el ciclo básico de formación en ingeniería: 5 cursos de matemáticas y 3 de física, que suman 27 créditos académicos de 67 que deben ver en ese periodo de dos años; esto equivale a un 41 % de los créditos. Una de las hipótesis que se maneja en el Departamento de Ingeniería de Sistemas, es que la fuerte carga académica y las exigencias en el proceso del ciclo básico de este programa tiene un impacto directo en el desempeño de los estudiantes y en las probabilidades de que lo abandonen si sus resultados no fueron satisfactorios en el desempeño de los estudiantes y en las probabilidades de que lo abandonen si sus res.

INTRODUCCIÓN

El programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte presenta altos niveles de deserción. En los análisis, se puede ver que esta se concentra en los primeros cuatro semestres académicos, en los que el currículo aloja el ciclo básico de formación en ingeniería: 5 cursos de matemáticas y 3 de física, que suman 27 créditos académicos de 67 que deben ver en ese periodo de dos años; esto equivale a un 41 % de los créditos. Una de las hipótesis que se maneja en el Departamento de Ingeniería de Sistemas es que la fuerte carga académica y las exigencias en el proceso del ciclo básico de este programa tiene un impacto directo en el desempeño de los estudiantes y en las probabilidades de que lo abandonen si sus resultados no fueron satisfactorios.

Una de las causas que se consideran importantes para los estudiantes es la motivación, la autoeficacia y la falta de conocimiento sobre el programa. Estos están relacionados con factores propios de este y otros externos, los cuales podrían influir en la decisión de los estudiantes de cambiar de carrera y en su capacidad de recuperación luego de pasar por algún inconveniente académico.

En busca de encontrar una alternativa de solución, surge una iniciativa encabezada por el Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte, basada en un cambio pedagógico en la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas. Se implementaron ambientes de aprendizajes naturalmente críticos, con el fin de promover el interés por esta y aumentar la percepción de los estudiantes sobre autoeficacia, es decir, su capacidad para sacar adelante el programa y conseguir el éxito como profesionales en su área.

Debido a lo anterior, se llevó a cabo una investigación cuantitativa de corte descriptivo-comparativo, con el fin de identificar, describir y comparar la autoeficacia en un curso de primer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas, cuya población es de 36 estudiantes, de la mano de sus expectativas sobre la ingeniería.

Este capítulo está organizado de la siguiente manera: en primera instancia, se presentan los antecedentes de la situación problemática y una revisión bibliográfica de trabajos existentes que se han realizado en el mundo y el contexto sobre autoeficacia y expectativas. Luego, se introducen los objetivos de investigación y el diseño metodológico. Finalmente, se presentan los resultados de los análisis y las conclusiones del estudio.

1. ANTECEDENTES QUE DIERON ORIGEN A LA PROPUESTA

Las estadísticas institucionales muestran al programa de Ingeniería de Sistemas como el que presenta el mayor índice de deserción de estudiantes matriculados por cohorte de la de la Universidad del Norte. La mayor deserción tiene lugar en los primeros dos años de carrera y los principales factores de esta situación son académicos y económicos. Uno de los factores académicos que suelen resaltar los estudiantes es que en los cuatro primeros semestres (ciclo básico) se presenta un alto porcentaje de contenido dedicado al área de las matemáticas y la física (el 41 % de los créditos académicos están relacionados con estos cursos de matemáticas y de física).

Con el fin de preparar a los estudiantes para esos dos primeros años, dentro del currículo del programa de Ingeniería de Sistemas, en el primer semestre, se cuenta con la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas con una intensidad de una hora teórica semanal, equivalente a un crédito. Esta pretende darle al estudiante bases para su vida universitaria y una vista general de los aspectos técnicos y éticos en los campos de acción de un ingeniero de sistemas.

Las temáticas se desarrollan magistralmente para poder copar todos los temas en las dieciséis horas del semestre, lo cual conducía a una clase poco participativa en la cual se trabajaba poco en aspectos motivacionales y de diseño propios de la ingeniería de sistemas. Por esta razón, los estudiantes del programa, a pesar de ser una de las ingenierías que inician los cursos propios de la disciplina más temprano en su currículo (cursos de programación), los estudiantes no alcanzan a desarrollar una visión global de lo que es el programa (que va mucho más allá del ámbito de la programación).

En la asignatura, se realizaban evaluaciones escritas y la entrega de un proyecto asignado por el profesor. Su contenido abarcaba aspectos tales como el conocimiento del manual del estudiante, manejo de promedios, organigrama de la universidad, descripción del perfil ocupacional de un ingeniero de sistemas y los aspectos éticos que implica desempeñar esta profesión. Sin embargo, siempre existió la visión por parte de profesores y estudiantes de que la clase no contaba con suficiente tiempo para cubrir todos los temas y que los estudiantes al finalizar su primer semestre aún no tenían una idea clara sobre su profesión.

Además de las competencias individuales necesarias para enfrentar las exigencias académicas, surgió una pregunta entre los profesores de la asignatura: ¿por qué unos estudiantes pueden superar las exigencias académicas y otros no? La anterior pregunta nos conduce a otra: ¿tendrá la ausencia o presencia de una percepción de autoeficacia influencia en estos casos, ayudándoles a superar los retos presentados en su programa académico?

La intervención propuesta para esta investigación de aula surge de la idea de implementar acciones en pro del aumento de la autoeficacia, que a su vez se espera que afecte positivamente la permanencia de los estudiantes que se matriculan en el programa de Ingeniería de Sistemas.

La idea principal consiste en crear un clima propicio a través de la implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos propuestos por Bain (2007), con el fin de infundir en los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas el interés por el programa que escogieron y que ese interés sea lo suficientemente fuerte y perdure en el tiempo para soportar las exigencias de las otras asignaturas que cursan durante el semestre y las que vendrán en el futuro. Así también la oportunidad que el estudiante pueda de manera temprana descubrir si tiene la vocación y el perfil necesario para titularse como ingeniero de sistemas.

Para lograr el propósito anterior, se basó la experiencia en el constructo de autoeficacia, el cual, según Bandura (1977), citado por Sanjuán, Pérez y Bermúdez (2000), “hace referencia al sentimiento de confianza en las capacidades propias para manejar adecuadamente ciertos estresores de la vida” (p. 509), ya que, si los estudiantes se sienten capaces de afrontar los retos que le impone el programa diariamente, pueden avanzar y conseguir cumplir sus metas profesionales.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Existe un gran interés por conocer los procesos e intereses que tienen los estudiantes para responder a sus obligaciones académicas. En esta investigación, se buscó describir dos factores asociados a la motivación intrínseca de los estudiantes, estas dos variables corresponden a la autoeficacia y a las expectativas hacia la ingeniería (Camposeco, 2012; Ortiz, 2012; Steinmann, Bosch y Aiassa, 2013, citados por Soto y Ortiz, 2016).

A continuación, se definirán las variables medidas. El ser humano posee distintas capacidades que le permiten sobrellevar las situaciones que se le presentan a lo largo de su vida. Una de ellas es la forma como se autopercibe y la autopercepción de éxito sobre sí mismo (Blanco, Ornelas, Aguirre y Guedea, 2012). Lo anterior hace referencia al concepto de *autoeficacia*, que, según Bandura (1986), citado por Contreras et al. (2005), se define como “la capacidad percibida de hacer frente a situaciones específicas; involucra la creencia acerca de las propias capacidades para organizar y ejecutar acciones para alcanzar determinados resultados” (p. 186). Es decir, la creencia que tiene la persona de que puede ser exitoso en su vida (Bandura, 1994; Bandura, 2001; Bandura, Caprara, Barbaranelli, Regalia & Scabini, 2011).

La creencia positiva de la autoeficacia se logra a través de la capacidad de regular los pensamientos, las motivaciones y los afectos. Esta misma tiene tres características básicas: la autorreflexión de las actividades en las que participa la persona, el proponerse metas y objetivos a corto plazo y la producción de pensamientos y conductas de automotivación que estimulen el comportamiento (Caprara et al., 2008).

Desde Bandura (2001, 2006a), es menester mencionar cuatro características fundamentales que se reflejan en el análisis de una persona que se comporta bajo este modelo. Inicialmente, se postula que todo acto de una persona tiene en sí una intención. La intencionalidad se basa en fuentes de motivación internas que se reflejan en los comportamientos, es decir, que un acto siempre lleva implícito en sí una intención.

En segunda instancia, se refiere a la proyección, que es la capacidad de una persona de proponerse metas, anticipar consecuencias de futuros actos y escoger caminos de acción. Esto puede impactar en la vida, pues le brinda dirección, coherencia y sentido. El hecho de proyectarse estimula los motivadores internos y estos movilizan la energía hacia las acciones deseadas (Bandura, 2001, 2006a; Bandura & Locke, 2003).

Este último aspecto se da a través de la tercera característica, la autorregulación, es decir, el proceso que vincula el pensamiento a la acción, regulando la motivación, los afectos y las acciones. Esto consiste en autovigilancia y toma de correctivos de las propias conductas. Tales correctivos se logran a su vez a través de la cuarta característica, la autorreflexión, esto es, el monitoreo de los propios comportamientos, de las condiciones cognitivas y del ambiente. Lo anterior se da a través de la capacidad metacognitiva de reflexionar los propios pensamientos y acciones por medio de un proceso consciente, en el que se evalúa la motivación, los valores y el sentido de la vida (Bandura, 2001, 2006a). Dicho de otra manera, una persona autoeficaz es una persona que es consciente de las intenciones de sus acciones, se propone metas y realiza una constante autorregulación y vigilancia de sus propios procesos.

Las investigaciones realizadas por Bandura (2001, 2006b) han demostrado que la promoción de este modelo también favorece el bienestar y el desarrollo de la vida en niños y adolescentes, y así impacta en el desarrollo de sus metas y en el éxito de estos. Además, la autoeficacia permite la regulación de las emociones positivas y negativas, lo cual influye en el desarrollo académico, en su nivel de afrontamiento ante la presión social y en la generación de empatía, alcanzando un mejor funcionamiento psicológico y relacional (Bandura, Caprara, Barbaranelli, Gerbino & Pastorelli, 2003).

En un estudio longitudinal, se encontró que una creencia positiva de la autoeficacia de unos estudiantes de educación media impactó el alto rendimiento escolar, por lo que existe una correlación positiva en los altos niveles de autoeficacia con los bajos niveles de deserción escolar. En este mismo estudio, se halló que la autorregulación de la eficacia puede afectar el curso de la vida y las decisiones que se tomen (Caprara et al., 2008). En el ámbito escolar, se ha encontrado que un buen desempeño de la autoeficacia se expresa en tres niveles relacionados con la educación. Primero, en la creencia de los estudiantes de regular sus actividades de aprendizaje y de perfeccionar ciertas temáticas. Segundo, en la manera como los profesores enseñan y las actitudes motivacionales que tienen hacia sus estudiantes. Y, por último, la autoeficacia colectiva que produce el colegio que lleva a los estudiantes a lograr su desarrollo escolar (Bandura; Pajares & Urdan; Schunk & Pajares, citados por Caprara et al., 2008).

Schwarzer y Jerusalem (1995), citado por Padilla, Acosta, Gómez, Guevara y González (2006), “propusieron el constructo de autoeficacia general para abordar un sentido generalizado de autoeficacia. La autoeficacia general es la confianza global que tiene la persona sobre su capacidad para enfrentarse a un amplio rango de situaciones nuevas

o estresantes” (p. 246), teniendo en cuenta que el ser humano se desenvuelve en su entorno de forma integral poniendo en práctica un conjunto de capacidades para afrontar una o varias situaciones de su vida, por lo que se hace necesario dicha autoeficacia general para funcionar asertivamente frente a esos sucesos.

La autoeficacia, siendo una variable de interés para esta investigación, se medirá a través de la escala de autoeficacia generalizada de Schwarzer y Jerusalem (1995). Esta misma se ha utilizado en diversas investigaciones, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

Yusoff (2012) analizó la relación entre autoeficacia (variable independiente), percepción de apoyo social (variable independiente) y ajuste psicológico (variable dependiente) en 185 estudiantes internacionales en una universidad pública en Malasia. Para medir la autoeficacia, se utilizó la escala de Schwarzer y Jerusalem (1995); el apoyo social, la escala multidimensional de apoyo social percibido de Zimet et al. (1988); y el ajuste psicológico, la escala de satisfacción de Diener (1985). En esta investigación, se pudo encontrar que, en efecto como se planteó en las hipótesis, la correlación fue positiva, es decir, que las variables independientes predicen la variable dependiente.

En otra investigación, Luszczynska, Scholz & Schwarzer (2005) analizaron la relación entre autoeficacia y variables cognitivas sociales en una muestra de 1933 participantes de tres países (Alemania, Polonia y Corea del Sur), cuyas edades oscilaron entre 16 y 86 años. Se encontró una correlación positiva entre los altos niveles de autoeficacia generalizada con altos niveles de bienestar, mejores hábitos de vida y fuertes intenciones de progresar y salir adelante en distintas circunstancias, desde profesionales hasta médicas.

Del mismo modo, en una investigación realizada en Colombia, Juárez y Contreras (2008) buscaron validar la escala de autoeficacia generalizada de Schwarzer y Jerusalem (1995) en una muestra de 690 estudiantes universitarios de psicología en una universidad de Bogotá. Se aplicó la escala de autoeficacia generalizada y el cuestionario situacional de personalidad, para analizar 15 rasgos de personalidad, tras lo cual se encontró una media de 32,07 en autoeficacia, lo que indica un alto nivel.

Por otro lado, el estudio de las expectativas ha sido de gran interés desde Rosenthal y Rubin (1978); el concepto en psicología al que se refiere el estudio de las expectativas es *profecía de autocumplimiento*. Buron (1995) ha estudiado la importancia de

las expectativas en el aula y manifiesta que tanto profesores como estudiantes pueden influir en las de sus estudiantes y, en consecuencia, en sus conductas (Pichardo, García, De la Fuente y Justicia, 2007; Soto y Ortiz, 2016).

Soto y Ortiz (2016) analizaron las expectativas hacia el aprendizaje de un grupo de estudiantes universitarios de la Universidad Veracruzana de México. Se realizó un diseño de tipo cualitativo y se recolectaron los datos a través de grupos focales a veinte estudiantes. Se encontró que dentro de su percepción lo que más influye en el proceso de aprendizaje es la actitud del docente. Ellos manifestaron tener hábitos de estudio relativamente similares, mencionaron que es más efectivo trabajar en grupo. Asimismo, señalaron que las clases podrían ser más dinámicas, y afirmaron estar conscientes de que estas clases los preparaban para la vida profesional.

3. OBJETIVOS

El objetivo general es analizar dos factores asociados a la motivación de los estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte hacia su desarrollo como profesionales, en un curso introductorio diseñado bajo la metodología de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Objetivos específicos

- Describir el nivel de autoeficacia en estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas.
- Identificar las expectativas de los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas.

4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA

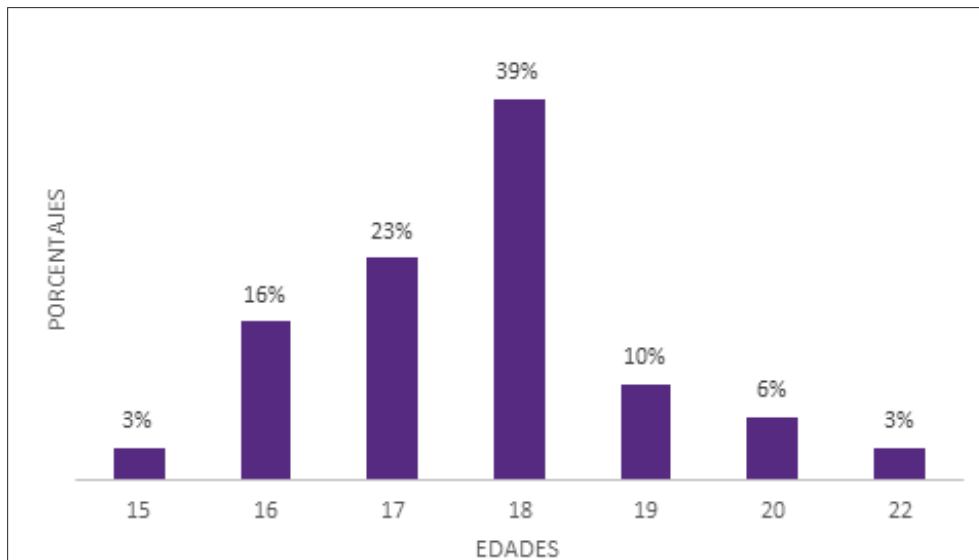
Metodología

En esta investigación, se pretende describir y comparar el grado de autoeficacia que tienen los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas y las expectativas que tienen frente a la ingeniería. Por tanto, se diseñó un tipo de investigación cuantitativa de alcance descriptivo-comparativa, con herramientas mixtas de investigación, tanto cualitativa como cuantitativa con el fin de encontrar resultados más completos.

Muestra

En esta investigación, la muestra fueron 2 cursos, uno de 24 estudiantes y otro de 12, en su mayoría cursando primer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas; de ellos, 6 vienen de cambio de programa y dentro de estos 1 cursa su segunda carrera. Todos estuvieron matriculados en la asignatura de Introducción a la Ingeniería, la cual es obligatoria y pertenece al primer semestre de acuerdo con la malla curricular de este programa con un crédito como intensidad horaria.

Las edades de los estudiantes estuvieron dentro del rango de 15 a 22 años, como se puede observar en la figura 5.1, en la que predominó que el 38 % de estos tiene 18 años, siguiéndole en un 23 % la edad de 17 años.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.1. Edades de los estudiantes.

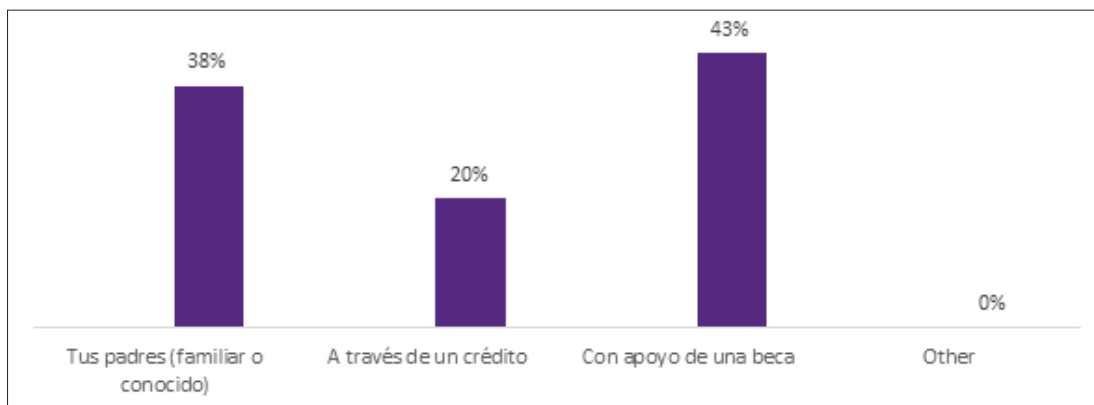
De la muestra de estudiantes, la tabla 5.1 enseña los niveles de participación de los estudiantes en las diferentes actividades de medición realizadas en la investigación.

Tabla 5.1. Tamaño de la muestra

Tamaño de la muestra	
Consentimiento informado	36
Test de autoeficacia	34
Test de expectativa	30
Grupo focal	12

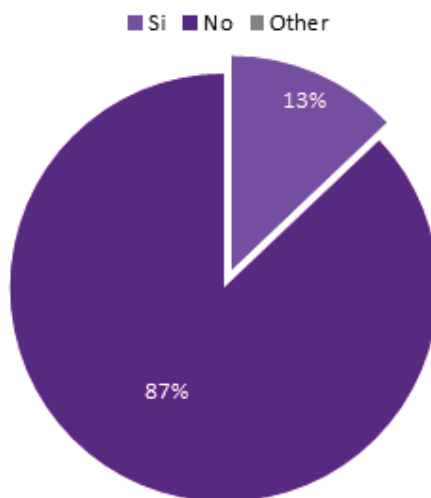
Fuente: Elaboración propia.

Con unas edades dentro del rango de 15 a 22 años, como se puede observar en la figura 5.1, en el que predominó que el 38 % tienen 18 años, siguiéndole en un 23 % la edad de 17 años. Tal como se aprecia en la figura 5.2, el 48 % de los estudiantes estudian por medio de una beca, el 38 % con apoyo de sus padres, familiares o conocidos, y el 20 % a través de un crédito. Cabe destacar que el 13 % de estos vienen de cambio de programa (figura 5.3)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2. Apoyo para el estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.3. Estudiantes de cambio de programa.

Instrumentos

Los instrumentos aplicados en la investigación se muestran en la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Instrumentos aplicados en la investigación

Técnica	Instrumento	Objetivo	Dirigido a:
Test de autoeficacia	Autoeficacia generalizada (Schwarzer y Jerusalem, 1995)	Identificar el nivel de autoeficacia de un curso de estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas.	Estudiantes
Grupo focal	Grupo focal durante el semestre	Conocer la percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de la asignatura de Introducción a la Ingeniería y su influencia en la autoeficacia de ellos mismos.	Estudiantes
Encuesta	Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 2016)	Describir las expectativas hacia la ingeniería de un curso de estudiantes de la Introducción a la Ingeniería de Sistemas.	Estudiantes

Fuente: Elaboración propia.

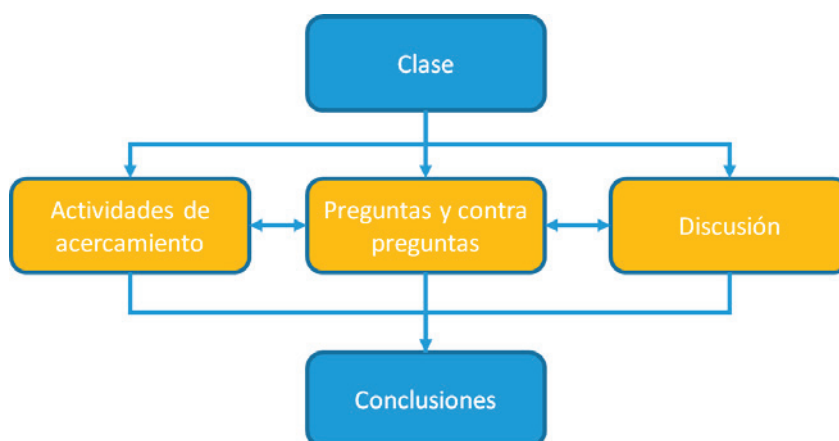
Descripción paso a paso de la investigación de aula

Las intervención inicial fue rediseñar la parcelación de la asignatura, removiendo todo lo que concierne a las temáticas que hacen referencia a la vida universitaria (organigrama institucional, reglamento del estudiante, cálculo de promedio, etc.). En su lugar se introdujeron espacios relacionados con el perfil y con los campos de acción de un ingeniero de sistemas, y con la presentación de los pasos implicados en el proceso de diseño de un proyecto de ingeniería de sistemas.

Los temas propuestos en la nueva parcelación se abordaron mediante preguntas retadoras, diseñadas con la intención de despertar en los estudiantes de esta asignatura la discusión en un ambiente naturalmente crítico, que los condujera a una apropiación real y personal de lo que es en esencia su programa.

La investigación de aula en esta asignatura estuvo inmersa en las temáticas que se desarrollarían dentro de esta en el tiempo correspondiente al semestre académico de dieciséis semanas. Para esto, se desarrolló un plan de acción en el que se evidencia lo realizado de manera explícita.

Cada sesión o clase tuvo una duración de aproximadamente cincuenta minutos. En una sesión típica, la temática por tratar es introducida usando un ciclo de preguntas y contrapreguntas. Este flujo es alimentado por discusiones dirigidas por el profesor y contextualizadas en la realidad de los estudiantes. Es la responsabilidad del profesor asegurar que el grupo llegue a la conclusión esperada con la mínima cantidad de asistencia, de modo que los estudiantes sientan que llegaron a ella por sí mismos (figura 5.4).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4. Formato de clase propuesto para realizar la investigación.

Algunos ejemplos de esta dinámica se pueden ver a continuación.

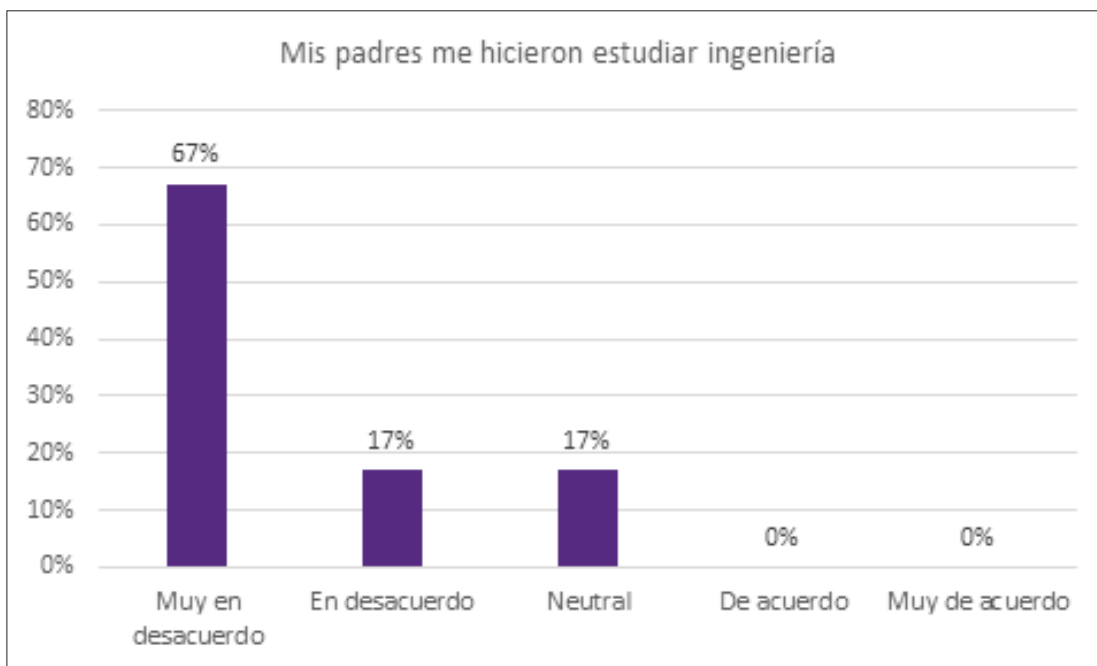
Para tocar el tema de la ética, se planteó el siguiente escenario: “Dada la baja cantidad de poke-paradas locales en el juego Pokémon GO, ¿es válido usar *hacks* para simular jugar en otros países?”. Como pregunta motivadora se usó: “¿Es justo usar estos *hacks* con los otros jugadores? ¿Qué piensan de los desarrolladores de estos *hacks*? Harían uno ustedes mismos?”. La discusión se orienta a entender las consecuencias de una decisión trivial y como ella reflejar los valores que tenemos como sociedad.

Para introducir el ciclo básico de su programa, que contiene una alta carga de asignaturas con contenido matemático. Como pregunta motivadora, se usó: “¿Cómo implementaría un juego de billar por computadora?”. La discusión en este tema se orienta mediante contrapreguntas que lo conduzcan a entender algunos conceptos matemáticos necesarios para poder realizar el desarrollo del juego.

5. RESULTADOS

Encuesta sobre expectativas

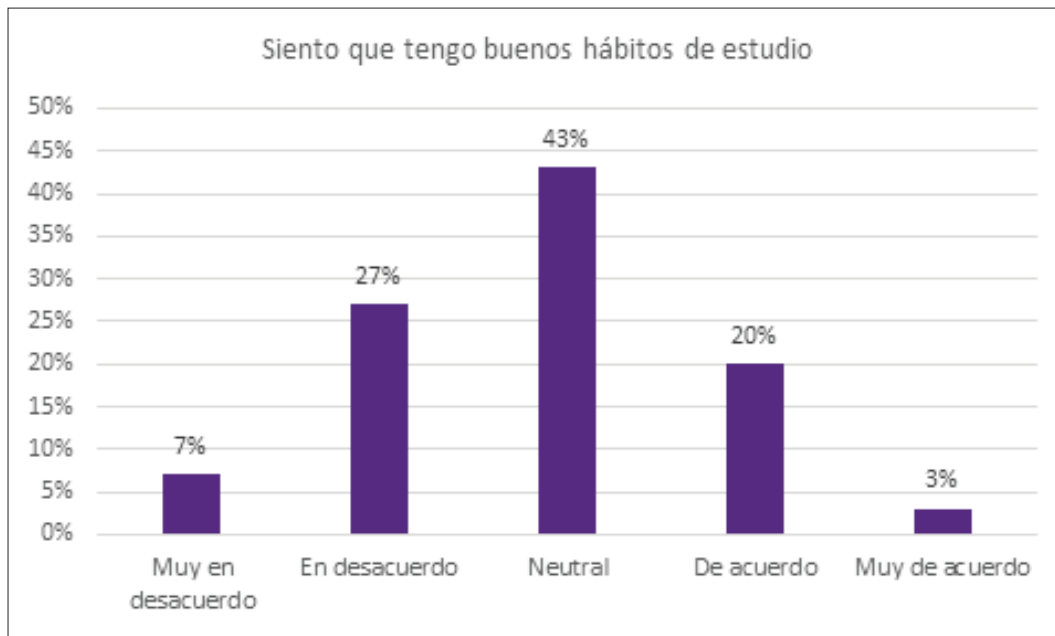
Para revisar las expectativas hacia la ingeniería, se utilizó una adaptación del instrumento Pittsburgh Freshman Engineering Survey (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 2016). De los resultados, se seleccionaron los ítems que despertaron el interés de los evaluadores por su potencial impacto en el desempeño académico para su análisis detallado, los cuales se categorizaron como se detalla en las figuras 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 y 5.9.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.5. Autonomía en la decisión de estudiar el programa.

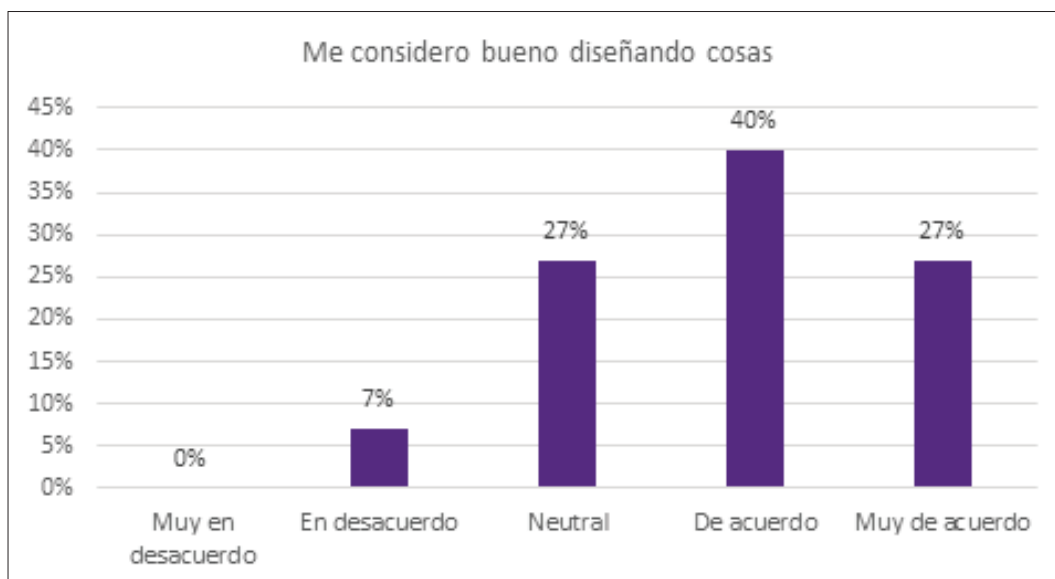
Aquí se pudo observar que el 67 % de los estudiantes están muy en desacuerdo con que sus padres les hicieron estudiar ingeniería y que un 17 % se encuentran neutrales ante esta situación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.6. Percepción de tener buenos hábitos de estudio.

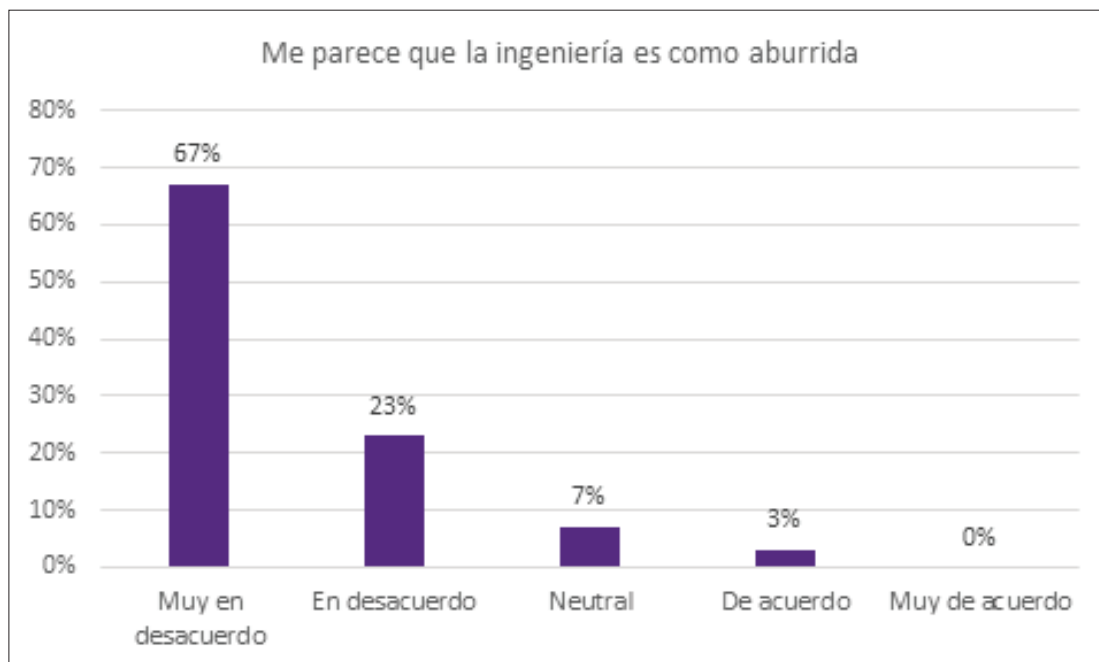
El 43 % de los estudiantes se consideran neutrales ante el sentimiento de tener buenos hábitos de estudio, mientras que el 27 % están en desacuerdo y el 20 % de acuerdo con esta premisa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.7. Percepción de habilidades de diseño.

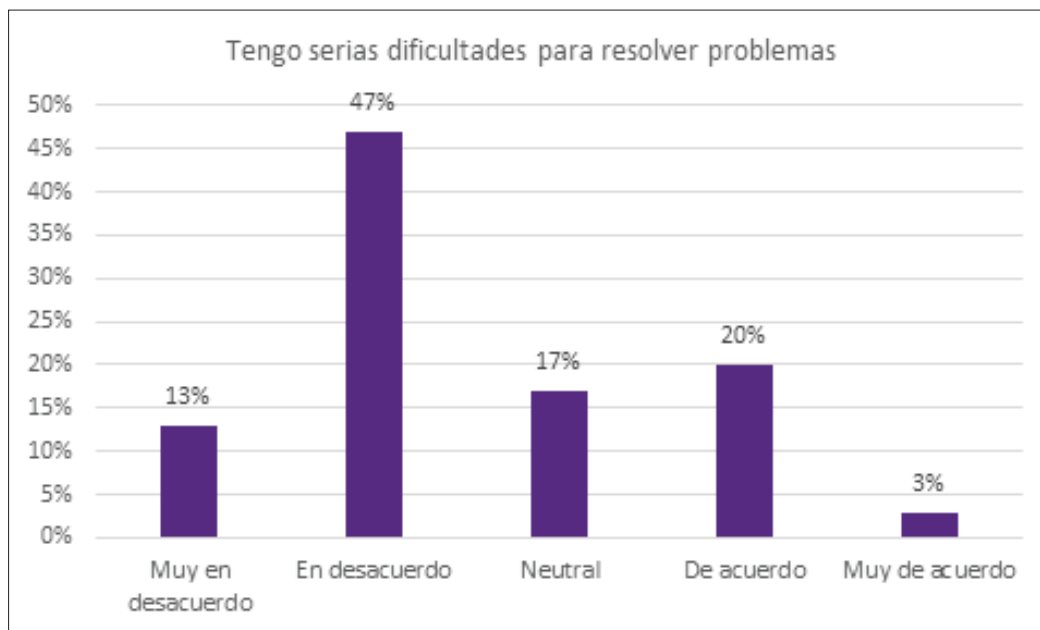
Frente a considerarse bueno diseñando cosas, el 40 % de los estudiantes están de acuerdo y el 27 % están muy de acuerdo. Por el contrario, el 7 % están en desacuerdo frente a la percepción de sí mismos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.8. Motivación de los estudiantes hacia la ingeniería.

El 67 % de los estudiantes están muy en desacuerdo ante la afirmación de que la ingeniería es aburrida, mientras que el 3 % están de acuerdo con esto.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.9. Habilidades para resolver problemas.

El 20 % de los estudiantes consideran tener serias dificultades para resolver problemas, mientras que el 47 % que son capaces de resolver los problemas que se les puedan presentar.

Test de autoeficacia generalizada

Otros de los datos recolectados se originan de la aplicación del test de autoeficacia generalizada de Schwarzer y Jerusalem (1995), que se llevó a cabo en dos sesiones: un pretest al principio del semestre (semana 2) y un postest al final de este (semana 14). El procesamiento de los datos obtenidos se llevó a cabo a través de la herramienta estadística SPSS, versión 12. La media de la población en el pretest fue de 30,7 (alto) y en el postest de 32,5 (alto), lo que muestra una mejoría en los resultados del segundo test.

A continuación, se muestran los valores correspondientes a la media, desviación estándar y error de la media, aplicados a los datos obtenidos de ambas sesiones. Se utilizó el estadístico t de Student, el cual es pertinente para el análisis de igualdad de medias en muestras independientes. Respecto de sus análisis, se procesaron los datos con un intervalo de confianza del 90 %. Para los intereses de la investigación, se asumieron como respuestas significativas aquellas cuya significancia de las dos colas de la prueba correspondiera a un nivel de confianza del 90 %.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró una significancia de 0,105 para el pretest y posttest y un estadístico de 0,137 y 0,143, respectivamente, lo cual indica que los datos son válidos para aplicar la prueba t de Student. De acuerdo con el test de Levene, se asume que las varianzas son iguales para todas las preguntas, en razón de que la significancia de Levene obtenida para todas las preguntas fue mayor de 0,05.

En la tabla 5.3, se puede observar una tendencia de mejoría en las respuestas antes y después en la mayoría de los ítems; sin embargo, solo se puede afirmar que hay diferencia significativa en dos de las preguntas (5 y 9). De esto se puede inferir que estadísticamente no hubo mejoría en la autoeficacia; sin embargo, los aspectos tratados en las preguntas 5 y 9, que corresponden a las cualidades y los recursos que puede utilizar un estudiante para superar situaciones imprevistas y difíciles, requieren una revisión en otro estudio de mayor profundidad (tablas 5.3 y 5.4).

Tabla 5.3. Tendencias de respuestas del test de autoeficacia generalizada antes y después de la exposición de los estudiantes a los ambientes de aprendizajes naturalmente críticos

Pregunta	N (tamaño de la muestra)	Media	Desviación estándar	Error de la media	
1	Pretest	34	3,38	0,652	0,112
	Posttest	31	3,55	0,506	0,091
2	Pretest	34	3,47	0,706	0,121
	Posttest	31	3,48	0,570	0,102
3	Pretest	34	3,09	0,668	0,115
	Posttest	31	3,26	0,631	0,113
4	Pretest	34	2,82	0,797	0,137
	Posttest	31	3,03	0,706	0,127
5	Pretest	34	2,94	0,649	0,111
	Posttest	31	3,26	0,631	0,113
6	Pretest	34	2,68	0,768	0,132
	Posttest	31	2,90	0,746	0,134
7	Pretest	34	2,88	0,686	0,118
	Posttest	31	3,03	0,657	0,118
8	Pretest	34	3,47	0,615	0,105
	Posttest	31	3,52	0,508	0,091
9	Pretest	34	2,94	0,851	0,146
	Posttest	31	3,29	0,588	0,106
10	Pretest	34	3,15	0,657	0,113
	Posttest	31	3,13	0,562	0,101
Puntaje total	Pretest	34	30,8235	3,35271	0,57498
	Posttest	31	32,4516	2,86169	0,51397

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.4. Prueba t de Student para la igualdad de medias

Pregunta	Test de Levene	Prueba t de Student para igualdad de medias					Intervalo de confianza 90 %	
	Sig. (> 0,05 = Se asumen varianzas iguales)	t	Grados de libertad	Sig. (dos colas)	Diferencia de medias	Error de la diferencia	Límite inferior	Límite superior
1	0,094	-1,139	63	0,259	-0,166	0,146	-0,409	0,077
2	0,166	-0,083	63	0,934	-0,013	0,160	-0,281	0,254
3	0,662	-1,051	63	0,297	-0,170	0,162	-0,440	0,100
4	0,238	-1,113	63	0,270	-0,209	0,187	-0,522	0,104
5	0,414	-1,993	63	0,051	-0,317	0,159	-0,582	-0,051
6	0,268	-1,205	63	0,233	-0,227	0,188	-0,541	0,087
7	0,477	-0,898	63	0,373	-0,150	0,167	-0,429	0,129
8	0,150	-0,324	63	0,747	-0,046	0,141	-0,280	0,189
9	0,333	-1,906	63	0,061	-0,349	0,183	-0,655	-0,043
10	0,287	0,118	63	0,906	0,018	0,152	-0,237	0,273
11	0,226	-2,096	63	0,040	-1,62808	0,77692	-2,92507	-0,33110

Fuente: Elaboración propia.

Grupo focal

Las categorías de contenido del grupo focal se muestran en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Categorías de contenido grupo focal

Categorías	Subcategorías	Ideas de los estudiantes	
Autoeficacia	Fortalezas para afrontar el programa	No rendirse fácilmente	
		Mucha práctica	
		Resolver problemas	
		Desarrollar la parte lógica	
		Paciencia y perseverancia	
		Pensar que soy capaz de lograr los objetivos	
		Trabajos en equipo	
	Motivación a escoger el programa	Ganancias económicas que genera la ingeniería de sistemas	
		Curiosidad por saber de qué están hechas las cosas	
		La tecnología está en todo y avanza constantemente	
		La ingeniería de sistemas se puede combinar con cualquier campo	
		La ingeniería de sistemas te abre puertas para conocer el mundo	
		En el futuro será una exigencia	
		Pueden aprender cosas nuevas cada día	
		Querer ser un ingeniero de sistemas	
		Retos u obstáculos	Enfrentarse a las preferencias de los papás
			Problemas sentimentales
	Impacto de las clases	Influencia de las clases de Introducción a la Ingeniería de Sistemas	Los motivan a buscar nuevos retos y continuar
			Los ayuda a convencerse de que eso es lo que quieren
Para mejorar las clases		Les da una perspectiva de lo que harán en el futuro	
		Hacerlas más interactivas	
		Mostrarles qué pueden hacer cuando terminen el programa	
		Llevar estudiantes de semestres más avanzados que les cuenten su experiencia	
		Mostrarles ejemplos de casos de la vida real	
		Algunos profesores	
Autolimitarse y creer que no son capaces			

Fuente: Elaboración propia.

El grupo focal fue realizado con un grupo de doce estudiantes correspondientes a los dos cursos del programa de Ingeniería de Sistemas. Durante esta actividad, se tocaron dos grandes categorías que corresponden a la autoeficacia y al impacto de las clases hacia los estudiantes. La autoeficacia fue subcategorizada en las fortalezas de los estudiantes para afrontar el programa, su motivación a escogerlo y los retos u obstáculos que ellos consideran que existen dentro de su contexto. Por otro lado, el impacto de las clases fue subcategorizado en la influencia que tuvieron las clases de la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas en su convicción por confirmar que ese es el programa en el que se quieren desarrollar y los factores que ellos consideran pertinentes para mejorar y hacer más entretenida e interactivas dichas clases.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La autoeficacia y las expectativas han sido un tema de gran interés para las investigaciones, en especial en el ámbito educativo. En este trabajo, se definió la autoeficacia como “la confianza global que tiene la persona sobre su capacidad para enfrentarse a un amplio rango de situaciones nuevas o estresantes” (Schwarzer y Jerusalem, 1995, citados por Padilla et al., 2006, p. 246). La autoeficacia influye en el buen funcionamiento, desde situaciones complejas como problemas de salud (Luszczynska, et al., 2005), hasta situaciones cotidianas como el aprendizaje y los contextos educativos (Luszczynska, Scholz & Schwarzer, 2005; Soto y Ortiz, 2016).

Autoeficacia generalizada

Los resultados mostraron un incremento en la media de las poblaciones, esto se puede observar en la significancia de las preguntas 5 y 9 que obtuvieron una significancia mayor del 90 %. Esto pudo impactar la motivación y el desempeño del aula de los estudiantes, y está ligado con sus expectativas, que son parte fundamental del desempeño de un estudiante y de los cambios en sus conductas (Pichardo et al., 2007; Soto y Ortiz, 2016). Los resultados encontrados por estos autores y los arrojados en la escala de autoeficacia generalizada son respaldados por el grupo focal en el que los estudiantes manifestaron dentro de sus fortalezas ideas como “no rendirse fácilmente” y “ser buenos resolviendo problemas”.

Expectativas hacia la ingeniería

Dentro de los resultados encontrados, se resaltan expectativas como la tendencia a estudiar solos. La percepción de que no tienen mayores problemas para afrontar dificultades y la idea de que deberían dedicarles más tiempo a los estudios. De

acuerdo con lo anterior, Soto y Ortiz (2016) encontraron que las expectativas sobre los hábitos de estudio influyen de manera positiva en los resultados escolares. Estos mismos autores encontraron en su investigación que los estudiantes consideran que estudiar en grupo es mejor que hacerlo solos, resultado diferente del encontrado en esta investigación. Otra de las expectativas fundamentales es que la mayoría considera que la ingeniería no es aburrida, lo que va de la mano con varias ideas en el grupo focal en el que manifestaron que en este campo “*Se pueden aprender cosas nuevas todos los días*”, “*Te abre puertas para conocer el mundo*” y “*Se puede combinar con cualquier campo*”. Sin duda, estas expectativas e ideas pueden influir en el rendimiento académico.

CONCLUSIONES

La asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas es el primer espacio en el que los estudiantes comienzan a tener una clara idea sobre el programa que escogieron, más allá de los preconceptos que traían antes de entrar a la universidad. El cambio realizado sobre el contenido buscaba aumentar la dedicación de tiempo a la exploración de este concepto y la introducción de una metodología más participativa basada en espacios de aprendizaje naturalmente críticos, en busca de que confirmaran su decisión inicial y que se reafirmara su motivación y su percepción de autoeficacia como herramientas para disminuir la deserción.

De acuerdo con la investigación de Soto y Ortiz (2016), en el grupo focal se pudo observar que los estudiantes consideran que gran parte del interés depende de los profesores y de que hagan las clases más interactivas, así como la importancia de proyectarlos como profesionales a la hora de considerar las clases.

En el grupo focal y en la encuesta sobre motivación hacia el programa, se puede apreciar que la mayoría de los estudiantes lo escogieron libremente y por razones que van desde lo económico, relacionado con la expectativa laboral y la remuneración futura, hasta aspectos como los avances de la tecnología y el impacto que pueden tener en la sociedad.

En relación con la autoeficacia, dentro de las diez variables medidas en el curso, se vio una tendencia positiva general en la gran mayoría y una diferencia estadística significativa en dos de ellas. De esto se puede concluir que en efecto sí existió un impacto en la percepción que tienen los estudiantes de sus propias capacidades de superar obstáculos. Estos obstáculos, según los estudiantes, también van desde

factores externos, como problemas personales, a factores internos, como problemas académicos. De estos se puede resaltar la gran variedad de respuestas en cuanto a la calificación dada por los estudiantes a sus propios hábitos de estudio, en los que la gran mayoría no están seguros de qué tan buenos son. Este factor podría ser objetivo de una futura investigación, pues, a pesar de estar motivados y de tener capacidad percibida de superar obstáculos, si sus hábitos de estudio no son adecuados, sucesivos resultados académicos pobres relacionados con malas estrategias podrían llegar a debilitar la motivación y la autoeficacia, llevando al estudiante a desertar.

No se puede establecer una relación directa entre los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos y la autoeficacia, pero sí se pudo describir una mejoría en la población, destacando un buen resultado tanto en sus expectativas como en la autoeficacia, desde el punto de vista del desarrollo profesional. Es importante señalar que la escala de autoeficacia generalizada de Luszczynska, Scholz & Schwarzer (2005) resultó ser muy limitada, por factores asociados a la confiabilidad de la prueba, como lo fueron el tamaño de la muestra y el tiempo en que transcurrió la investigación. Esto se pudo corroborar al realizar una prueba de fiabilidad psicométrica de Cronbach; en los 10 ítems, se obtuvo un puntaje de α de 0,62 y en los ítems del 2 al 10 un α de 0,68.

Este trabajo se extenderá sobre varios semestres con el fin de medir con mayor precisión el impacto de esta asignatura en los semestres subsecuentes, en especial cuando los estudiantes se vean enfrentados con las asignaturas del ciclo básico.

RECOMENDACIONES

La investigación e implementación de la metodología de ambientes naturalmente críticos tuvo sus momentos difíciles, pero también fructuosos. Lo más fácil fue la planeación de las actividades, que de manera conjunta con el grupo de trabajo se elaboraron y se aplicaron de manera eficaz. Es posible que lo más difícil de implementar de este modelo con los estudiantes es que vienen en su mayoría acostumbrados a uno tradicional desde la escuela, en el que en su mayoría toman actitudes pasivas ante la asignatura, y el mismo desinterés de muchos estudiantes es un reto grande para el docente a lo largo de toda la experiencia. Por lo que una de las recomendaciones generales que surgieron de las discusiones fue la de aumentar en al menos una hora la dedicación de la asignatura, con el fin de darles mayor oportunidad a los estudiantes, no solo de entender lo que hace el ingeniero, sino de vivirlo a través de una experiencia de diseño y desarrollo completa.

En cuanto a la investigación, medir una variable tan compleja como la autoeficacia en tan poco tiempo ha sido un gran reto, pues para poder ver un cambio significativo es probable que se necesiten más de seis meses en un proceso continuo. Sorprendió que, a pesar de que los estudiantes en sus clases demuestran desinterés, los resultados de los instrumentos aplicados y el grupo focal como medida en la mitad de la asignatura mostraban algo totalmente diferente, pues todos parecían motivados e interesados.

Los estudiantes expresaron recibir herramientas y motivaciones básicas para el desarrollo de sus otras asignaturas y el resto del programa, pues esta asignatura les ayudó a darle significado a la asignatura. Sin embargo, esto se logró, principalmente, a través de la explicitación de lo que harían en el resto del programa; por ello, en conjunto con los mismos estudiantes se recomienda a la asignatura llevar más experiencias prácticas y testimonios de lo que hace un profesional en el área, y a partir de ahí generar el aprendizaje naturalmente crítico.

REFERENCIAS

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad* (2.^a ed.). Valencia, España: Universidad de València.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. *Encyclopedia of human behavior* (Vol. 4, pp. 71-81). Nueva York, EE. UU.: Academic Press.
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26.
- Bandura, A. (2006a). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 164-180.
- Bandura, A. (2006b). Adolescent development from an agentic perspective. *Self-efficacy Beliefs of Adolescents*, 5, 1-43.
- Bandura, A. & Locke, E. A. (2003). Negative self-efficacy and goal effects revisited. *Journal of Applied Psychology*, 88(1) 87-99.
- Bandura, A., Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Gerbino, M. & Pastorelli, C. (2003). Role of affective self-regulatory efficacy in diverse spheres of psychosocial functioning. *Child development*, 74(3), 769-782.
- Bandura, A., Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Regalia, C. & Scabini, E. (2011). Impact of family efficacy beliefs on quality of family functioning and satisfaction with family life. *Applied Psychology*, 60(3), 421-448.

- Besterfield-Sacre, M., Atman, C. & Shuman, L. J. (2016). *Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey*. Recuperado de https://www.engineering.pitt.edu/uploadedFiles/_Content/Sub_Sites/Centers/EERC/_Documents/Reference_Materials/Pittsburgh%20Freshman%20Engineering%20Attitudes%20Survey.pdf
- Blanco Vega, H., Ornelas Contreras, M., Aguirre Chávez, J. F. y Guedea Delgado, J. C. (2012). Autoeficacia percibida en conductas académicas: diferencias entre hombres y mujeres. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(53), 557-571. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662012000200011
- Burón, J. (1995). *Motivación y aprendizaje* (2.ª ed.). Bilbao, España: Mensajero.
- Camposeco Torres, F. de M. (2012). *La autoeficacia como variable en la motivación intrínseca y extrínseca en matemáticas a través de un criterio étnico* (Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España).
- Caprara, G. V., Fida, R., Vecchione, M., Del Bove, G., Vecchio, G. M., Barbaranelli, C. & Bandura, A. (2008). Longitudinal analysis of the role of perceived self-efficacy for self-regulated learning in academic continuance and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 525-534.
- Contreras, F., Espinosa, J. C., Esguerra, G., Haikal, A., Polanía, A. y Rodríguez, A. (2005). Autoeficacia, ansiedad y rendimiento académico en adolescentes. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 1(2), 183-194. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/679/67910207/>
- Juárez, F. & Contreras, F. (2008). Psychometric properties of the general self-efficacy scale in a Colombian sample. *International Journal of Psychological Research*, 1(2) 6-12.
- Luszczynska, A., Scholz, U. & Schwarzer, R. (2005). The general self-efficacy scale: Multicultural validation studies. *The Journal of Psychology*, 139(5), 439-457.
- Padilla, J., Acosta, B., Gómez, J., Guevara, M y González, A. (2006). Propiedades psicométricas de la versión española de la escala de autoeficacia general aplicada en México y España. *Revista Mexicana de Psicología*, 23(2), 245-252. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2430/243020649010.pdf>
- Pichardo Martínez, M. del C., García Berbén, A. B., De la Fuente Arias, J. y Justicia Justicia, F. (2007). El estudio de las expectativas en la universidad: análisis de trabajos empíricos y futuras líneas de investigación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1), 1-16.
- Rosenthal, R. y Rubin, D. B. (1978). Interpersonal expectancy effects: The first 345 studies. *The Behavioural and Brain Sciences*, 3, 377-415.

- Sanjuán Suárez, P., Pérez García, A. M. y Bermúdez Moreno, J. (2000). Escala de autoeficacia general: datos psicométricos de la adaptación para población española. *Psicothema*, 12(2), 509-513. Recuperado de <http://www.psicothema.com/pdf/615.pdf>
- Yusoff, Y. M. (2012). Self-efficacy, perceived social support, and psychological adjustment in international undergraduate students in a public higher education institution in Malaysia. *Journal of Studies in International Education*, 16(4), 353-371.

6

AUTOEFICACIA Y PENSAMIENTO CREATIVO EN LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Katherine Palacio Salgar

Docente investigadora
Departamento de Ingeniería Industrial
kpalacio@uninorte.edu.co

Mildred Domínguez Santiago

Docente investigadora
Departamento de Ingeniería Industrial
mildredd@uninorte.edu.co

Karla Vanessa Ricaurte Villalobos

Docente investigadora
Departamento de Ingeniería Industrial
mildredd@uninorte.edu.co

Andrea Carolina Dáez Colón

Asistente de investigación
adaes@uninorte.edu.co

RESUMEN

En este estudio, se presentan los resultados de la investigación de aula realizada en el programa Transformación del Curso 2016 en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial, bajo el enfoque de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos de Ken Bain. Para ello, según una perspectiva metodológica de tipo observacional descriptivo de corte mixto, se buscó describir el grado de autoeficacia, pensamiento creativo y satisfacción con la experiencia del aprendizaje de los estudiantes de esta asignatura durante la implementación de tal enfoque. El estudio condujo a resultados positivos en cuanto a que la mayoría de los estudiantes se percibían a sí mismos como autoeficaces y tienen un alto grado de satisfacción con la experiencia de aprendizaje. Por el contrario, no se evidenciaron cambios significativos en los estudiantes con respecto al pensamiento creativo. Los anteriores resultados favorecieron su motivación para continuar con sus estudios de Ingeniería Industrial, y de los profesores para continuar mejorando su quehacer pedagógico con la configuración de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, que permita un aprendizaje profundo de los estudiantes. La carencia en la literatura de estudios sobre la transformación completa de cursos bajo dichos ambientes hace que esta prueba piloto se proyecte como el germen de investigaciones futuras.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito universitario, los datos expresan que las preferencias para elegir una formación profesional en ingeniería industrial cada vez toman un mayor incremento. Relacionado con dichas preferencias, el Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES, 2017) señala que existen en la actualidad 226 programas de Ingeniería Industrial, lo que denota una carrera apetecida por los jóvenes. Asimismo, gracias al incentivo económico del programa gubernamental Ser Pilo Paga hay un fomento mayor hacia la educación superior y, por ende, un incremento en el número de inscritos y matriculados en los programas de ingenierías y, en especial, de Ingeniería Industrial. La Universidad del Norte es una de las instituciones de educación superior (IES) que mayor proporción de estudiantes de este programa recibe, lo que genera una responsabilidad social grande que debe traducirse en un acompañamiento eficaz a estos estudiantes.

Por otra parte, muchos de los estudiantes se matriculan con información deficiente con respecto al ejercicio, a los contenidos y a la proyección de la ingeniería industrial; también vienen motivados en gran medida por las tendencias en su entorno escolar y familiar. Para compensar esas necesidades, el programa de Ingeniería Industrial tiene una asignatura llamada Introducción a la Ingeniería Industrial para

coadyuvar con la responsabilidad social, ética, pedagógica y profesional de sus recientes matriculados.

Normalmente, el empleo de la metodología tradicional bancaria conduce a que el docente se erija en un transmisor de conocimiento; y el alumno, en un receptor pasivo de estos. Se decide entonces hacer una transformación de la metodología de esta asignatura hacia el diseño de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos expuestos por Bain (2007).

Este trabajo presenta los logros de la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial y los resultados de la investigación paralela a la implementación relacionados con la autoeficacia percibida, la satisfacción con la experiencia de aprendizaje y el desarrollo del pensamiento creativo en los estudiantes.

1. ¿QUÉ PASABA ANTES?

La asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial es el primer encuentro que tiene el estudiante de primer semestre con los estudios de la profesión escogida, pretendidamente con las características de una buena elección. La asignatura corresponde a un curso que actualmente tiene un crédito académico dentro del plan de estudios, lo que equivale a una hora teórica a la semana. En la asignatura, se espera que los estudiantes: a) exploren aspectos del pasado, presente y futuro de la ingeniería industrial; b) identifiquen las actitudes, los conocimientos y las habilidades requeridos para ejercer con éxito la profesión y asumir compromisos con la sociedad; c) conozcan los distintos campos de acción de su ejercicio profesional y comprendan las relaciones de estas áreas de desempeño con su plan de formación; y d) tengan una experiencia introductoria al diseño en ingeniería a través de un proyecto aplicado.

Para abordar la temática de proyectos de diseño en ingeniería, es indispensable la promoción del pensamiento creativo, dado que creatividad e innovación son uno de los factores de mayor demanda por parte de los empleadores y de gran valor agregado a los proyectos de ingeniería. Sin embargo, pese a la importancia de este tema, poco es lo que se está trabajando a través del currículo del programa de Ingeniería Industrial para el fomento del pensamiento creativo. Por tal razón, la metodología educativa, la didáctica general y los proyectos pedagógicos deben apostarle al desarrollo del pensamiento creativo desde los inicios de los estudios universitarios, más

aún ahora que la población de matriculados nuevos ha ido en incremento en los últimos años (en 2011, 254 matriculados nuevos, y en 2016, 284) y la tendencia es que siga aumentando. Los grandes objetivos de esta asignatura se justifican, ya que es necesario que los futuros ingenieros industriales tengan un panorama claro del quehacer del ingeniero industrial, con el fin de que puedan reforzar su decisión de formación, permitan el desarrollo de las competencias necesarias para su éxito académico y profesional, y puedan continuar sus estudios altamente motivados.

Es claro comprender que esta motivación es uno de los instrumentos fundamentales para que los estudiantes puedan recorrer exitosamente sus estudios; sin ella, se conoce que es más frecuente la aparición de casos como los cambios de programa, la ausencia en clases, la reprobación de asignaturas y la deserción universitaria. Por ello, trabajar en aspectos como la autoeficacia es también clave para el éxito estudiantil de nuestros jóvenes por cuanto es un facilitador de la motivación y ha demostrado influir significativamente en los logros de los estudiantes (Bandura, 1993; Zimmerman y Bandura, 1994).

Particularmente, en el desarrollo de las clases, lo que anteriormente se evidenciaba era que los temas clave giraban alrededor del cálculo de promedio, de los estados académicos, del reglamento, del horizonte institucional de la universidad y del poco tiempo que se podía dedicar a temas como los campos de acción del programa, el quehacer del ingeniero industrial, entre otras temáticas relevantes. No se promovía la apropiación de los conceptos claves que se trabajan a lo largo del programa y la historia, el presente y las tendencias de la ingeniería industrial, y el estudio del plan de estudios era abordado de manera aislada. Como resultado de esto, el conocimiento poco quedaba en los estudiantes y la motivación se concentraba en la realización del proyecto de diseño con escaso acompañamiento, sin oportunidades de mejora y sin una trascendencia futura.

Los docentes que imparten la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial son conscientes de las necesidades que tiene un estudiante en primer semestre de ser orientado y motivado hacia su ejercicio profesional futuro, y demandan de una asignatura sin restricciones de horas como lo es esta, en la que se trabaje de manera estructurada en una transformación metodológica.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

El análisis de la plataforma estratégica del programa de Ingeniería Industrial fue el referente principal que concluyó en la intervención propuesta, que implicó la evaluación de los intereses de las actividades realizadas en el aula de clases y su concordancia con los objetivos del programa. Se concluyó que la reestructuración de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial no debía consistir en un cambio de fondo en el conocimiento, sino en la forma de entregarlo, pues es esta la asignatura clave del plan de estudios, así como el inicio de la formación del ingeniero industrial que determina en gran medida la motivación, determinación y pasión del futuro profesional por su labor.

En este contexto, y de acuerdo con Bain (2006), los mejores maestros se concentran en atraer la atención del estudiante y mantenerla durante la clase. Sin embargo, la intervención propuesta plantea extrapolar este objetivo: atraer la atención del estudiante y mantenerla durante toda su carrera universitaria. Así pues, semanas anteriores al inicio del semestre, se procedió a rediseñar, teniendo en cuenta los principios establecidos por Bain, la parcelación del curso, las estrategias de aprendizaje y de evaluación, y los materiales de trabajo (diapositivas, lineamientos de proyectos, videos, literatura de consulta, actividades reto, preguntas intrigantes, entre otros) que se iban a utilizar durante el semestre. En este esfuerzo, los docentes de la asignatura participaron en sesiones de trabajo con facilitadores del Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte, docentes de otras ingenierías, asistentes de investigación y directamente con el asesor Ken Bain, con el fin de conocer cómo se debían configurar y adaptar los criterios de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos a la asignatura.

Los cambios se dieron desde la presentación inicial de la clase hacia una que diera una mayor claridad sobre el mapa de trabajo semestral y un contexto a todos los temas vistos, con el objetivo de lograr un compromiso del estudiante con la asignatura y su aprendizaje, y el aprovechamiento de las horas de trabajo independiente. En cuanto a la forma en que se iba a abordar cada tema, se pensó en cómo presentar al estudiante el nuevo conocimiento mediante el método socrático, con preguntas que despertaran su curiosidad y creatividad, y lo invitaran a crear un concepto propio, que luego fuera debatido en el aula. Para ello, se usaron los recursos de estudio de casos, preguntas retadoras, discusiones en clase, videos motivadores sobre su profesión y actividades lúdicas y retos, basados en los problemas reales que pueden encontrar durante el ejercicio profesional y que los apoyaran en su proceso de aprendizaje.

Estos recursos pedagógicos son acompañados por una metodología de análisis del crecimiento o apropiación, que permite que una vez sean debatidos los conceptos se mida la eficacia de estos recursos a través de una evaluación pre y post aplicadas regularmente para la valoración de impactos.

Por otra parte, para apoyar el desarrollo del proyecto de diseño de ingeniería de manera física e intelectual, se coordinó un mayor acompañamiento a través de tutorías dirigidas por los monitores de la asignatura (estudiantes de último año del programa) que permitiera cumplir con los grandes desafíos del proyecto de aula, de manera que los estudiantes tuvieran la oportunidad de recibir retroalimentación previa a la entrega de sus proyectos.

Al intervenir la metodología de trabajo a lo largo del semestre, se volcaron las estrategias hacia la articulación de todos los temas, conceptos e hitos importantes del programa con el plan de estudios. De esta manera, se le dio mayor claridad al estudiante sobre la importancia, el quehacer y las áreas de desempeño del ingeniero industrial.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Con el tiempo, se han compilado diferentes, e incluso a veces contradictorios, conceptos del aprendizaje, porque el aprendizaje se ha venido definiendo y caracterizando desde las diferentes perspectivas con las que se ha adoptado en cada momento histórico.

En la actualidad, el aprendizaje es concebido como una construcción de significados; es decir, es “el resultado del pensamiento que procesa los materiales informativos, y como efecto de este procesamiento, da sentido a lo que procesa, construye significados” (Beltrán, 1993, citado por Bengoechea, 2006, p. 30). Por ello, se caracteriza por ser un aprendizaje activo, cognitivo, constructivo, significativo, socialmente mediado y autorregulado (Bengoechea, 2006).

De este modelo de aprendizaje, se desprenden diferentes estrategias de enseñanza que buscan estructurar un “cómo”, es decir, una forma de llevar a cabo la teoría manteniendo la adherencia a los criterios del constructivismo. Una de estas estrategias son los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, la cual surge de una serie de entrevistas realizadas por Bain (2007) a los mejores profesores de diferentes universidades de los Estados Unidos.

Esta propuesta de Bain (2007) está caracterizada por que los profesores van de lo general a lo específico, hacen preguntas intrigantes, provocadoras o interesantes para introducir el tema, hacen especular a los estudiantes antes de conocer algo, los desafían para retar sus paradigmas y, lo más importante, para lograr cambiar aquellos paradigmas que no son funcionales. Esto les permite a los estudiantes probar, fallar y recibir retroalimentación sobre sus trabajos, colaborar entre ellos para resolver problemas, apoyarse en lo que necesiten, tomar en consideración el trabajo de cada estudiante y estos perciben justicia por parte de su profesor. Este conjunto de estrategias propicia, según Bain (2007), que los estudiantes aprendan de una manera no forzada, que se siente natural, permitiendo que su interés y motivación sean intrínsecos. De hecho, Bain (2007) alega que “es más fácil que las personas disfruten de su educación si creen que están al mando de la decisión de aprender” (p. 16). La cita anterior deja claras dos ideas: “disfrutar de la educación” y “la autonomía para decidir aprender”, lo cual deja implícitas dos variables importantes del proceso de enseñanza-aprendizaje: la satisfacción con la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y la autoeficacia.

Satisfacción con la experiencia de aprendizaje y autoeficacia

En primer lugar, se ha demostrado que la satisfacción con la experiencia de aprendizaje está relacionada significativamente con las estrategias de aprendizaje (Pekrun et al., citado por Carrasco, Martínez y Jiménez, 2015), lo cual también es aseverado por Ruiz (2008), quien la define como el “grado en que los participantes se sienten contentos y gratificados con el diseño y desarrollo del curso” (p. 32). Esta experiencia de aprendizaje, desde la propuesta de Bain (2007), consiste en crear un ambiente “natural” y “crítico”; es decir, uno en el que los estudiantes acceden a la información a través de preguntas interesantes que posibilitan el pensamiento y razonamiento crítico de los estudiantes.

Estos ambientes de aprendizaje naturalmente críticos permiten que los estudiantes “aborden cuestiones y tareas auténticas e intrigantes, tomen decisiones, defiendan sus elecciones, lo hagan todo lo bien que puedan, reciban retroalimentación de sus intentos y prueben de nuevo” (Bain, 2007, p. 115), y así promueven su autoeficacia, entendida como “los juicios que cada individuo tiene sobre sus capacidades, según los cuales organizará y ejecutará sus actos que le permitan alcanzar el rendimiento deseado” (Bandura, 1987, citado por Brenlla, Aranguren, Rossaro y Vázquez, 2010, p. 78-79).

El fomento y desarrollo de la autoeficacia en los estudiantes es de vital importancia, puesto que se ha demostrado que los estudiantes autoeficaces participan más activamente, trabajan más duro, persisten por mayor tiempo y tienen menos reacciones emocionales adversas cuando se enfrentan a dificultades, en comparación con aquellos que dudan de sus capacidades (Zimmerman, 2000, p. 86). En este sentido, la autoeficacia permite que el estudiante “se enganche” con la tarea (McCombs, 1988, citado por Ugartetxea, 2002), ya que “en la medida que el alumno se vea capaz de controlar las variables del rendimiento se atreverá a realizar una actividad cognitiva” (Ugartetxea, 2002).

Así es que, con la propuesta de Bain (2007), se pretende proporcionar una experiencia de aprendizaje que busca satisfacer al estudiante y, de esta forma, promover su interés y motivación de manera que se sienta capaz y eficaz de lograr los resultados de aprendizaje del curso, ya que, de acuerdo con Zimmerman (2000), cuanto mayor motivación y autorregulación del aprendizaje tengan los estudiantes autoeficaces, mayor rendimiento académico obtendrán.

Por otra parte, también se ha demostrado que la autoeficacia contribuye a vencer la duda y el miedo de los estudiantes cuando intentan ser creativos (Hsu, Sheng y Hsueh, citados por Alzoubi, Al Qudah, Albursan, Bakhiet & Abduljabbar, 2015). En este aspecto, la autoeficacia se refiere a la condición mental interna representada por las habilidades de fluidez, flexibilidad, elaboración y originalidad, de manera que, cuando se le pide a un estudiante pensar creativamente, la autoeficacia le permite producir ideas innovadoras y adecuadas (Alzoubi et al., 2015).

Pensamiento creativo

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta de gran relevancia resaltar el papel que desempeña el pensamiento creativo en la formación del estudiante y, en especial, la de los estudiantes que se están formando para ser ingenieros industriales, pues constituye un proceso clave en el logro de aprendizajes significativos (Esquivias, 2004). Dicho esto, la creatividad se ha definido de distintas formas; sin embargo, los diversos autores han coincidido en caracterizarla como

...aquella capacidad humana de producir ideas nuevas y valiosas; se trata de una facultad que existe en todas las personas, que puede desarrollarse mediante el entrenamiento, y que en su materialización puede adoptar, entre otras, forma artística, literaria o científica. (González, Hernández, Rodríguez y García, 2007, p. 14)

En este proceso creativo, se ven involucrados distintos tipos de pensamiento: el divergente y el convergente. El pensamiento convergente consiste en buscar y generar una sola solución correcta a la situación o problema (Pantoja, 2005, citado por Bossio y Donado, 2009), mientras que el pensamiento divergente, que representa de mejor manera la creatividad, “permite abrir las diferentes posibilidades existentes en una situación determinada, que de otra suerte estaría limitada a solo una o pocas ideas encerradas en una lógica convencional” (Casillas, 2009, citado por Bossio y Donado, 2009, p. 38).

Este tipo de pensamiento divergente está conformado por cuatro componentes principales: fluidez, originalidad, flexibilidad y elaboración, como se mencionó. La fluidez obedece a la capacidad de producir un número elevado de ideas innovadoras, mientras que la flexibilidad hace referencia a la habilidad para transformar o reinterpretar ideas preexistentes. Por su parte, la originalidad se define como la producción de respuestas diferentes, poco usuales o novedosas ante un problema o situación, y la elaboración implica el desarrollo de dichas ideas, es decir, el embellecimiento o ampliación de estas respuestas ya planteadas por el sujeto (Guilford, 1951, citado por Bossio y Donado, 2009).

Finalmente, las situaciones abiertas de aprendizaje que estimulan el pensamiento divergente, en el que los alumnos cuentan con la oportunidad de proyectar sus ideas, potencian la originalidad y constituyen un hecho decisivo en la enseñanza y el aprendizaje activo y creativo (Ballester, 2002). En este sentido, el desarrollo del pensamiento creativo es un factor infaltable por tener en cuenta para el diseño y la implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, puesto que es un vehículo para facilitar logros y características de la propuesta de Bain (2007).

4. OBJETIVOS

El objetivo general es describir el grado de autoeficacia, pensamiento creativo y satisfacción con la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial durante la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Objetivos específicos

- Valorar el grado de cumplimiento de los criterios de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

- Describir el grado de autoeficacia que presentan los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial durante la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.
- Describir el grado de pensamiento creativo que presentan los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial durante la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.
- Describir el grado de satisfacción con la experiencia de aprendizaje que presentan los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial durante la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA

Metodología

La perspectiva metodológica que sigue esta investigación es de tipo observacional descriptivo de corte mixto, que se convierte en una alternativa eficaz para abordar los objetivos de esta investigación utilizando las fortalezas de ambos tipos de investigación: cualitativa y cuantitativa. Se aclara que en el desarrollo de las actividades los docentes investigadores tienen un papel participante (indicando pautas, interpretaciones, sentidos, entre otros).

Muestra

El número de estudiantes de primer semestre que participó en la investigación fue de 118. Estaban matriculados en 5 grupos de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial que oscilaban entre 20 y 30 estudiantes por grupo, respectivamente. Todos los estudiantes matriculados firmaron un formato de consentimiento informado.

Instrumentos

Para medir las variables objeto de este estudio, se utilizaron encuestas de percepción mediante escalas tipo Likert que se aplicaron a todas las sesiones de la asignatura Introducción a la Ingeniería Industrial. Estas encuestas tenían el objeto de conocer al inicio de semestre la confianza de los estudiantes frente a sus habilidades para tener éxito en una clase de ingeniería y medir el grado de autoeficacia percibida y satisfacción con la experiencia de aprendizaje vivida durante el semestre. Además, se practicó una evaluación diagnóstica (pretest y postest) para medir el impacto de la innovación

en el aula, bajo el enfoque de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, sobre el desarrollo del pensamiento creativo al trabajar la temática de diseño en ingeniería.

Por último, con el fin de evidenciar el grado de cumplimiento de los criterios de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en cuanto a los docentes en sus sesiones de clase, se realizaron mediciones a modo de observación no participante: una por parte de las asistentes de investigación de los docentes y por otra de los estudiantes que cursaron esta materia. La tabla 6.1 resume estas variables, su conceptualización y operacionalización.

Tabla 6.1. Operacionalización de las variables del estudio

Variable	Conceptualización	Instrumento	Autor	Operacionalización
Autoeficacia percibida (previa)	Juicio sobre la confianza percibida que posee un individuo en cuanto a conocimientos y habilidades previas (bachillerato) y su capacidad percibida para tener éxito en la ingeniería.	Pittsburgh Freshman Engineering Attitudes Survey (PFEAS)	Hilpert, Stump, Husman & Kim (2008)	Escala de Likert de 4 ítems extraídos de la encuesta: "40) Tengo serias dificultades para resolver problemas"; "42) Siento confianza en que me irá bien estudiando ingeniería"; "44) Me considero bueno diseñando cosas"; y "46) Siento que tengo buenos hábitos de estudio".
Autoeficacia percibida (específica hacia los retos de la clase)	Juicio sobre la confianza que posee un individuo sobre las capacidades propias para manejar los retos, las tareas o los estresores.	Quick Course Diagnosis (QCD).	Barbara Millis adaptado por el CEDU	Escala de Likert de 1 a 3. Capacidad percibida: 1) baja, 2) moderada y 3) alta. Un total de 4 ítems que miden: 1) la capacidad percibida para comprender los temas y las tareas de la asignatura; 2) la capacidad percibida para obtener buenos resultados académicos en la asignatura; y 3) la capacidad percibida global para desempeñarse en las exigencias académicas de la asignatura.
Satisfacción con la experiencia de aprendizaje	Juicio que realizan los individuos del grado en que se sienten complacidos con la forma en que se estructuró y se desarrolló la asignatura (Ruiz, 2008).			Escala de Likert de 1 a 5 (de muy baja satisfacción a muy alta satisfacción). Un ítem: nivel de satisfacción con la experiencia de aprendizaje.

Continúa...

Variable	Conceptualización	Instrumento	Autor	Operacionalización
Pensamiento creativo	Capacidad de producir ideas nuevas y valiosas para dar soluciones y generar formas novedosas (González, Hernández, Rodríguez y García, 2007; Casillas, 1999; citados por Bossio y Donado, 2009).	Rúbrica de evaluación del pensamiento creativo.	Guilford (1951)	<p>Fluidez: número de respuestas o soluciones que ofrece un individuo frente a problemas o necesidad planteada.</p> <p>Originalidad: número de soluciones diferentes, ingeniosas y poco usuales propuestas ante un determinado problema o necesidad (tres niveles: bajo, promedio y alto).</p> <p>Elaboración: nivel de esfuerzo dedicado para detallar las soluciones a problemas o necesidades (tres niveles: insuficiente, aceptable y sobresaliente).</p>
Cumplimiento de los criterios de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos	Elementos establecidos por Ken Bain que caracterizan los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.	Ficha de observación de los estudiantes.		<p>Escala de Likert de 1 a 3. Criterio observado: 1) rara vez, 2) una que otra vez y 3) siempre.</p> <p>Un total de 20 ítems. Ejemplos de los criterios: "1) Para el profesor cada trabajo o tarea que hacemos es importante"; "2) Siento que el profesor confía en que podemos aprender (en esta y otras materias)"; "3) El profesor nos hace preguntas que me parecen muy interesantes o importantes".</p>
		Ficha de observación de los asistentes.	CEDU (2016)	<p>Escala de Likert de 1 a 3. Criterio observado: 1) rara vez, 2) una que otra vez y 3) siempre.</p> <p>Un total de 10 ítems. Ejemplos de los criterios: "1) El profesor desafió (en forma de preguntas o tareas) que retan los paradigmas de los estudiantes; "2) Los estudiantes obtienen apoyo (asistencia emocional, física e intelectual) cuando la solicitan"; "3) Los estudiantes parecen percibir justicia en la forma de calificar del profesor".</p>

Fuente: Elaboración propia.

El paso a paso de la investigación de aula

Dado el objetivo de transformar el ambiente de aprendizaje de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial en su totalidad a uno naturalmente crítico, se procedió con diez etapas para desarrollar el proyecto de investigación. Dichas etapas se resumen a continuación en la tabla 6.2.

Tabla 6.2. Paso a paso de la investigación

Etapas	Descripción	Resultado
Diseño de la intervención (conocer, configurar y adaptar los criterios ambientes de aprendizaje naturalmente críticos al curso)	Rediseño de la parcelación, de las estrategias de aprendizaje y evaluativas y de los materiales de trabajo (diapositivas, lineamientos de proyectos, videos, literatura de consulta, actividades reto, preguntas intrigantes, entre otros). Responsables: docentes de la asignatura y asesores del proyecto (facilitadores del CEDU y asesor del proyecto Ken Bain).	Material educativo, metodología y estrategias del curso adaptadas a los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.
Socialización del proyecto	Presentación del proyecto a los estudiantes el primer día de clases indicando los objetivos, los alcances, los detalles y el manejo de la confidencialidad de los resultados de la investigación para el diligenciamiento del consentimiento informado. Responsables: docentes del curso.	Sensibilización de los estudiantes para que participaran con sus opiniones. Consentimiento informado firmado.
Proceso de medición de autoeficacia percibida (pretest)	Envío de manera electrónica de la PFEAS a todos los estudiantes para medir la autoeficacia percibida antes del curso. Responsables: asistentes de investigación.	Datos de los estudiantes con respecto a los cuatro ítems de la encuesta relacionados con autoeficacia.
Implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos	Desarrollo e implementación a lo largo de las clases de las estrategias diseñadas para lograr una transformación de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial a ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. Responsables: docentes y monitores del curso.	Cumplimiento de los objetivos del curso. Lecciones aprendidas del proceso de implementación.
Observación del cumplimiento de la implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos	Desarrollo de tres observaciones no participativas con el uso de la ficha de cumplimiento de los criterios que constituyen ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. Responsables: asistentes de investigación.	Datos sobre el cumplimiento de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Continúa...

Etapas	Descripción	Resultado
Medición diagnóstica del pensamiento creativo	Conformación de equipos de trabajo (entre cuatro y cinco estudiantes) por sesión y asignación del reto de dar soluciones a un problema global de ingeniería (cambio climático). Cada equipo debía concretar en un mapa mental, en una sesión de una hora, la mayor cantidad de soluciones posibles para el cambio climático. Responsables: docentes de la asignatura.	Datos iniciales y finales sobre fluidez, originalidad y elaboración de las soluciones.
Medición post del pensamiento creativo	Implementada la innovación alrededor de la temática de diseño en ingeniería con un énfasis en desarrollo del pensamiento creativo, se solicitó nuevamente desplegar el mayor número de soluciones posibles al mismo problema de cambio climático (postest). Responsables: docentes de la asignatura.	
Medición autoeficacia percibida y satisfacción con la experiencia de aprendizaje	Diligenciamiento del test QCD al finalizar el semestre. Este test tiene un componente individual para medir la autoeficacia percibida y uno individual-grupal para evaluar la satisfacción. Responsables: asistentes de investigación.	Datos de autoeficacia y satisfacción.
Observación del cumplimiento de la implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos	Para triangular la información, se suministró a los estudiantes al final del semestre la encuesta con los criterios de evaluación del cumplimiento de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. Responsables: asistentes de investigación.	Datos sobre el cumplimiento de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.
Procesamiento y análisis de datos	Autoeficacia percibida-satisfacción con la experiencia de aprendizaje: procesamiento de los datos cualitativos (análisis de contenido) y cuantitativos (cálculo de medidas) del QCD, de la PFEAS y la retroalimentación de los resultados a los docentes. Responsables: CEDU. Pensamiento creativo: evaluación en consenso de los mapas mentales para valorar y estimar la fluidez, originalidad y elaboración de las soluciones de los estudiantes (pretest y postest) a través del consenso común. Responsables: equipo conformado por los docentes y monitores de la asignatura y asistentes de investigación.	Resultados y análisis.

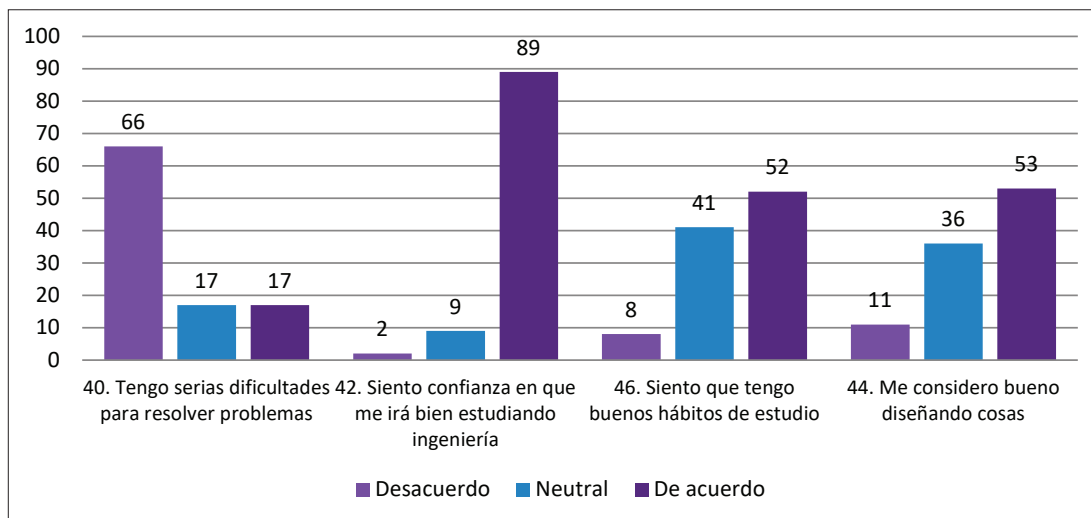
Fuente: Elaboración propia.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Autoeficacia percibida

Confianza para tener éxito en ingeniería

La PFEAS, que recoge medidas de autoevaluación de los estudiantes frente a su confianza para tener éxito en ingeniería, tuvo una tasa de respuesta del 54 %. Los resultados se resumen en la figura 6.1, en la cual se evidencia que el 66 % de los estudiantes no consideran tener dificultades para resolver problemas y un 89 % sienten confianza en que les irá bien estudiando ingeniería. Por otra parte, solo el 53 % se sienten buenos diseñando cosas y un 36 % no están seguros de esto. Asimismo, solo el 52 % consideran que tienen buenos hábitos de estudio y un 41 % no están seguros de esto.



Fuente: Elaboración propia.

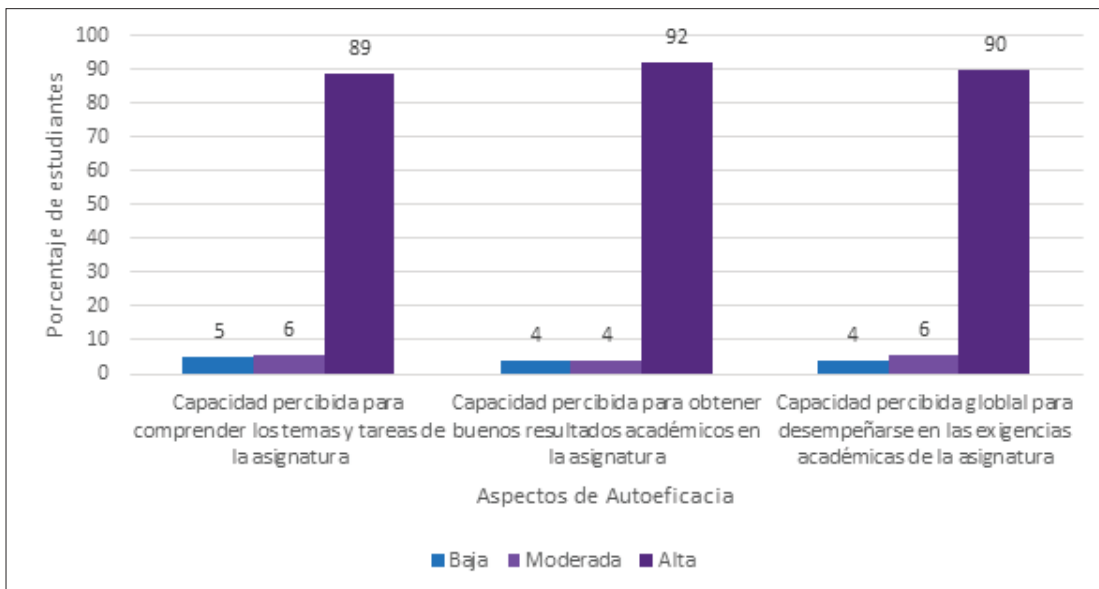
Figura 6.1. Autoevaluación frente a la confianza para tener éxito en ingeniería.

Autoeficacia percibida en la asignatura

Un total de 108 estudiantes diligenciaron el test QCD bajo la orientación del CEDU. Los resultados que arroja el análisis de este instrumento indican que, con respecto a la autoeficacia percibida, el 89 % de los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial manifiestan tener una alta capacidad para comprender los temas y las tareas de la asignatura, el 6 % una capacidad moderada, mientras que el 5 % una capacidad baja.

Por su parte, el aspecto de la autoeficacia que evalúa la capacidad percibida para obtener buenos resultados académicos en la asignatura reveló que el 92 % de los estudiantes se perciben a sí mismos con una alta capacidad en este aspecto, el 4 % con una capacidad moderada y otro 4 % con una capacidad baja.

Finalmente, la medición de la capacidad percibida global para desempeñarse en las exigencias académicas de la asignatura arrojó que el 90 % de los estudiantes manifiestan una alta capacidad, el 6 % una capacidad moderada y el 4 % una capacidad baja. Se puede decir que, en general, la mayoría de los estudiantes del curso se perciben a sí mismos como eficaces en cuanto a su desempeño en la comprensión, en el desempeño y en la posterior evaluación en la asignatura. La figura 6.2 resume los anteriores resultados.



Fuente: CEDU.

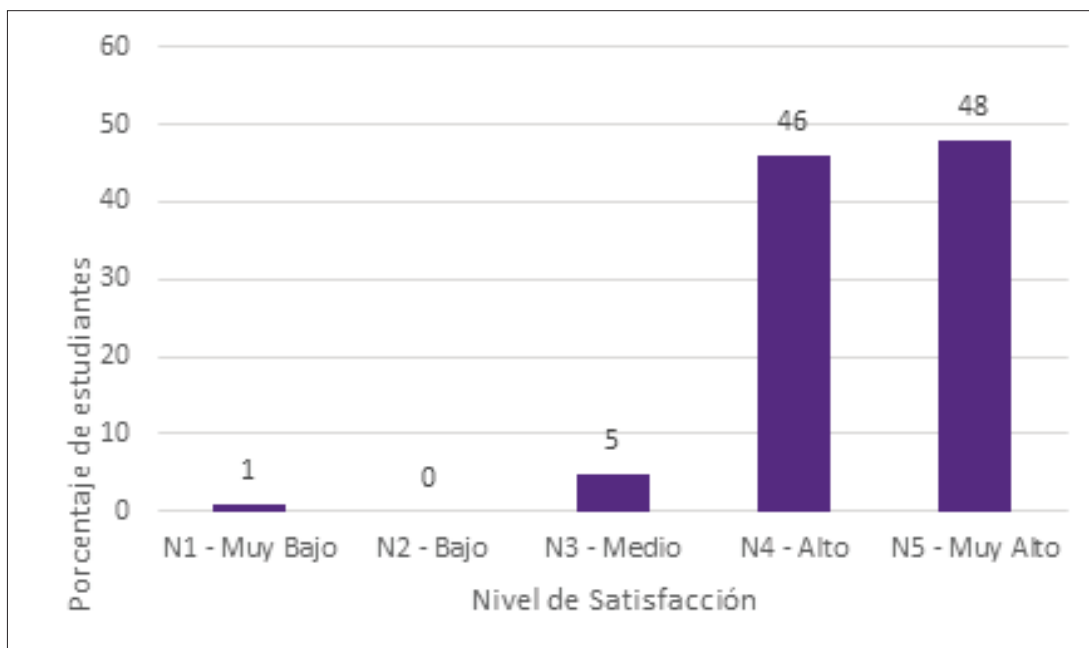
Figura 6.2. Autoeficacia percibida para las situaciones académicas de la asignatura.

Es importante resaltar que los cuatro ítems de la PFEAS relacionados con los aspectos abordados por la autoeficacia evidencian que la mayoría de los estudiantes iniciaron con una buena actitud hacia sus habilidades para resolver problemas, se sentían seguros de esto, pero no tanto de sus habilidades diseñando cosas y de sus hábitos de estudio. Sin embargo, los resultados del grado de autoeficacia percibida (aplicado al final del semestre) evidencian que la mayoría de los estudiantes perciben una alta capacidad global para desempeñarse en las exigencias de esta asignatura, lo cual también podría indicar que hay una relación entre los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos y el fomento de la autoeficacia.

Satisfacción con la experiencia de aprendizaje

Resultados cuantitativos

Los resultados que arroja el análisis del test QCD indican que el 94 % de los estudiantes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial tienen un grado de satisfacción entre muy alto y alto con respecto a la experiencia de aprendizaje en ella, el 5 % poseen un grado de satisfacción medio y solo el 1 % expresan que su grado de satisfacción fue muy bajo, entendiendo que la mayoría de los estudiantes calificaron su experiencia de aprendizaje como satisfactoria. La figura 6.3 resume los resultados obtenidos.



Fuente: CEDU.

Figura 6.3. Nivel de satisfacción con la experiencia de aprendizaje en la asignatura.

Resultados cualitativos

Al realizar la evaluación cualitativa de la satisfacción, los estudiantes destacaron las fortalezas, debilidades y sugerencias por implementar en futuros semestres. Los 108 estudiantes que diligenciaron el test se conformaron en 24 subgrupos para indicar por consenso los aspectos resumidos en la tabla 6.3.

Tabla 6.3. Evaluación cualitativa de la satisfacción

Fortalezas	Aspectos por mejorar
Actividades de aprendizaje en el aula (afirmado por el 83 % de los subgrupos).	Las clases deben ser aún más prácticas (sugerido por el 25 % de los subgrupos).
Estrategias de enseñanza (afirmado por el 75 % de los subgrupos).	La asignatura debería tener más intensidad de horas a la semana (afirmado por el 17 % de los subgrupos soportado con un 25 % de los subgrupos que coinciden que una hora a la semana es una debilidad).
Fomento al diálogo respetuoso, respeto por el alumno, amabilidad, capacidad de escucha (resaltado por el 50 % de los subgrupos).	La interacción con los estudiantes (afirmado por el 25 % de los subgrupos).
Organización y claridad de los objetivos (forma de presentar los contenidos, claridad en las explicaciones, nivel de complejidad de los temas, etc.) (resaltado por el 46 % de los subgrupos).	Aspectos administrativos del curso como la puntualidad en las clases, entrega de resultados y notas, por parte de los profesores (afirmado por un 37 % de los subgrupos).

Fuente: Elaboración propia.

Pensamiento creativo

Un total de 15 equipos de trabajo conformados por 4 a 5 estudiantes en promedio realizaron el pretest y postest correspondiente a pensamiento creativo. Esto corresponde al 54 % de los estudiantes matriculados en las sesiones del curso.

Los resultados de la evaluación de este aspecto antes de realizar la innovación en el desarrollo del tema de diseño en ingeniería indican que el número de soluciones propuestas por los estudiantes para el calentamiento global se encuentran en un rango entre 3 a 22 soluciones. Aproximadamente, en el 60 % de los equipos de trabajo, disminuyó el número de soluciones escritas en la segunda aplicación de la actividad, en comparación con la primera, mientras que en el 27 % de los equipos se dio un aumento de las ideas planteadas, aunque esta cantidad no fue significativa. Por su lado, en el 13 % de los estudiantes restantes no se evidenció variación en el número de soluciones.

Con respecto al nivel de originalidad, un 73 % de los equipos obtuvieron una categoría promedio en ambas aplicaciones de la actividad y solo un 13 % alcanzaron un nivel alto en estas, manteniéndose constantes en sus resultados. Cabe resaltar que solo dos equipos de estudiantes demostraron una disminución del nivel de originalidad en la segunda aplicación en contraste con la primera.

Por último, en relación con el nivel de elaboración, este aumentó solo en el 20 % de los equipos. En cambio, en un 40 % disminuyó el nivel de elaboración y en el 40 % restante no se presentó ninguna modificación en esta categoría. Estos resultados se pueden observar de manera detallada y resumida en la tabla 6.4.

Tabla 6.4. Resumen de resultados del pretest y postest de pensamiento creativo

	Porcentaje de equipos que mejoraron	Porcentaje de equipos que desmejoraron	Porcentaje de equipos que se mantuvieron igual
Fluidez	27	60	13
Originalidad	0	13	87
Elaboración	13	40	47

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados descritos demuestran que no se presentó una transformación significativa en el pensamiento creativo de los estudiantes después de implementar los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos durante el segundo semestre de 2016.

Grado de cumplimiento con los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos

En la observación no participante de los asistentes sobre el grado de cumplimiento de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, se realizaron solo durante tres clases (de las dieciséis que tiene el semestre) con cada profesor, y que pudieron suceder durante distintas actividades que podrían evidenciar diferencias en el grado de cumplimiento. Se encontró que ambos docentes cumplieron el 80 % de los criterios. Otro aspecto por mencionar en estos resultados es que ambos docentes cumplieron una que otra vez el criterio “Ocasionalmente lo estudiantes aceptan que sus paradigmas no son funcionales (desde el punto de vista de los asistentes)”. Sin embargo, se encontró una gran diferencia en el ítem de “El profesor hace preguntas intrigantes, interesantes o importantes partiendo de la vida cotidiana”, puesto que con uno de los docentes se evidenció que siempre aplicó este criterio en su clase, mientras que en el otro no sucedió.

Por otra parte, teniendo en cuenta la observación no participante de los estudiantes, medición que fue realizada con participación del 59 % de los estudiantes matriculados, se encuentra una diferencia en el grado de cumplimiento de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, puesto que, de acuerdo con la percepción de

los estudiantes, uno de los docentes cumplió con el 65 % de los criterios, mientras que otro docente cumplió con el 80 % de estos. De acuerdo con la percepción de los estudiantes, ambos docentes no cumplieron con los siguientes aspectos que promueven también un ambiente de aprendizaje naturalmente crítico: a) “luego de cada actividad o examen el profesor nos dice qué hicimos bien y qué hicimos mal”, b) “en las clases acepto que he estado equivocado respecto de cómo entiendo los temas” y c) “en la clase especulamos sobre cómo y por qué ocurren las cosas antes de que el profesor lo explique”.

Se encuentra, entonces, que, desde la perspectiva de los asistentes y de los estudiantes, se obtuvo un alto grado de cumplimiento en la mayoría de los criterios, y se puede concluir que sí se lograron configurar los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en la mayoría de las sesiones de clase de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial. No se pudo evidenciar el cumplimiento de algunos aspectos que contribuyen en dichos ambientes, principalmente, por la disponibilidad de tiempo para el desarrollo de los temas y por las pocas veces que se midieron estos aspectos a lo largo del semestre.

En la mayoría de sesiones de clase, se evidenciaron ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, por ende, los estudiantes pudieron abordar temas de la vida real, tomar decisiones, defender sus elecciones, recibir retroalimentación, probar de nuevo, etc. (Bain, 2007), lo cual busca (y buscaba en especial en esta investigación) promover la autoeficacia en todos los estudiantes de este curso.

CONCLUSIONES

En general, los docentes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial lograron configurar ambientes de aprendizaje naturalmente críticos con aspectos susceptibles de mejora que se derivan de esta experiencia piloto. Asimismo, se cumplieron cada uno de los objetivos trazados para este estudio.

Cuantitativa y cualitativamente, esta investigación presenta logros positivos en cuanto la mayoría de los estudiantes se percibían a sí mismos como autoeficaces, es decir, que se sentían con las capacidades necesarias para comprender los temas abordados durante las clases y, así, obtener un buen desempeño en la asignatura; y gran parte de ellos tuvo un alto grado de satisfacción con la experiencia de aprendizaje.

De hecho, de acuerdo con los resultados obtenidos del PFEAS, la mayoría de los estudiantes iniciaron el semestre con una buena actitud hacia sus habilidades para resolver problemas, se sentían seguros de esto, pero no tanto de sus habilidades diseñando cosas y de sus hábitos de estudio. Sin embargo, los resultados del grado de autoeficacia percibida (aplicado al final del semestre) evidencian que la mayoría de los estudiantes percibe una alta capacidad global para desempeñarse en las exigencias de esta asignatura, lo cual podría indicar que sí existe una relación entre los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos y el fomento de la autoeficacia (Bain, 2007). Sin embargo, en la presente investigación, solo se midió esta variable en un momento y, por tanto, no se puede asumir que el alto grado de autoeficacia que manifiestan los estudiantes se deba directamente a la implementación de os ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Por su parte, la alta satisfacción de los estudiantes con respecto a la experiencia de aprendizaje concuerda con lo enunciado por Bain (2007) en que “es más fácil que las personas disfruten de su educación si creen que están al mando de la decisión de aprender” (p. 16), dado que la decisión de aprender se evidencia a través de la autoeficacia (que ya se mostró que fue bastante alta) y el disfrute de su educación, a través de la satisfacción con la experiencia. No obstante, no se pueden sacar conclusiones apresuradas de causa-efecto, pero sí indicar que esto podría estar mostrando una relación entre ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, autoeficacia y satisfacción con la experiencia de aprendizaje, que ha sido respaldada por la teoría, explicada exhaustivamente en el marco teórico de esta investigación.

A pesar de los esfuerzos, no se encontraron diferencias o cambios significativos en los estudiantes con respecto al pensamiento creativo, entendiendo que esta variable requiere estrategias más eficientes y eficaces para ser medida y evaluada. Hecha esta salvedad, los resultados expuestos evidencian que en los estudiantes de los cursos de Introducción a la Ingeniería Industrial se da una prevalencia del pensamiento convergente, en lugar del divergente, lo que hace alusión a que va a resultar más probable que al afrontar la solución de un problema de ingeniería utilicen estrategias de resolución de problemas con los cuales hayan experimentado resultados positivos en situaciones anteriores, tomando estos como un hilo conductor e intentado resolver dichos problemas de la misma forma, tal como lo expresa Casillas (1999), citado por Bossio y Donado (2009).

Esto es congruente con las puntuaciones obtenidas en los componentes de fluidez, originalidad y elaboración, en los cuales demostraron una habilidad promedio para

producir ideas novedosas e innovadoras ante problemas planteados, que resulten inusuales, al igual que una facilidad media para el desarrollo y la ampliación de tales ideas. En otras palabras, siguiendo la teoría de Guilford (1951), citado por Bossio y Donado (2009), la mayoría de estos alumnos cuentan con una capacidad creativa promedio, en la cual no se reflejó un incremento después de la implementación de la metodología propia de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.

Es relevante mencionar algunas consideraciones, que, a partir de la observación en el aula y la reflexión, se estima que pudieron intervenir en los resultados. Entre estos encontramos que la metodología aplicada para medir el desarrollo o la evolución del pensamiento creativo en los estudiantes no fue la adecuada para esta finalidad. Una evidencia de lo anterior es la retroalimentación brindada por los estudiantes acerca de la actividad sobre el calentamiento global, puesto que afirmaron que no lograban identificar el propósito de realizar el mismo ejercicio en dos ocasiones diferentes y, por tanto, la desmotivación pudo haber desempeñado un papel importante. Asimismo, es probable que el número de respuestas en el componente de flexibilidad haya disminuido en la segunda aplicación del instrumento debido a que los estudiantes ya contaban con más conocimientos para discriminar si las soluciones por proponer resultaban viables o no, omitiendo entonces ideas.

Por otra parte, en esta investigación, se evidenció por parte de los profesores y estudiantes que dieciséis horas al semestre para el curso no son suficientes para el logro de los objetivos, teniendo en cuenta que el contenido y las didácticas que se manejan son necesarios para su carrera y proyecto de vida.

Finalmente, estos resultados favorecen la motivación de los estudiantes para continuar con sus estudios del programa de Ingeniería Industrial y la motivación de los profesores para seguir trabajando en mejorar su quehacer pedagógico a través de la configuración de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos que permitan un aprendizaje profundo de los estudiantes.

RECOMENDACIONES

Propiciar ambientes de aprendizaje naturalmente críticos a través de la transformación de la metodología con que se imparte un curso demanda un esfuerzo considerable por parte de los docentes. Este primer ejercicio de implementar los criterios que favorecen dichos ambientes exhibe una serie de recomendaciones que se resumen a continuación:

Para poder emprender con éxito la transformación de un curso a uno que sea naturalmente crítico que facilite el aprendizaje profundo, se requiere que se examinen los objetivos, los contenidos, las didácticas de la clase bajo otro lente, y se repiense bajo el enfoque de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos cada uno de los temas. Este proceso requiere el esfuerzo de un equipo multidisciplinario (i. e. docentes de las asignaturas, sus monitores, asesores pedagógicos y psicológicos) para poder reorganizar, modular, hacer seguimiento y control de cada una de las etapas del proceso.

La transformación de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial para propiciar ambientes de aprendizaje naturalmente críticos y la investigación paralela a esta transformación se proyectan como “estudios piloto” que fomenten investigaciones futuras a nivel global. Es de notar que la literatura carece de estudios sobre la transformación completa de cursos bajo ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, y esta es entonces la primera en el área de ingeniería, por lo cual se sugiere seguir trabajando en el mejoramiento de la configuración de estos ambientes y la medición de su efecto en variables múltiples (psicológicas, pedagógicas, sociológicas, entre otras).

El principal obstáculo para poder lograr el cumplimiento de todos los criterios que permiten configurar ambientes de aprendizaje naturalmente críticos fue la intensidad horaria. Se evidencia que para poder generar espacios que le den oportunidades al estudiante de especular, intentar, fracasar y recibir retroalimentación oportuna para avanzar en este es importante tener más disposición de horas a la semana. Este curso solo cuenta con una hora a la semana y de dieciséis horas al semestre.

Como esta es una restricción con que trabajan los docentes, se debe gestionar más cantidad de monitores para que puedan apoyar de manera emocional, física e intelectual a los estudiantes de primer semestre en su trabajo independiente.

REFERENCIAS

- Alzoubi, A., Al Qudah, M., Albursan, I., Bakhiet, S. & Abduljabbar, A. (2015). The effect of creative thinking education in enhancing creative self-efficacy and cognitive motivation. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 6(1), 117.
- Artiles Hernández, C., Jiménez González, J. E., Rodríguez Rodríguez, C. y García Miranda, E. (2007). *Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance: expresión figurada. Educación primaria y secundaria*. Canarias: Consejería de Educación,

Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa.

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad* (2.^a ed.). Valencia, España: Universitat de València.
- Ballester, Vallori, A. (2002). *El aprendizaje significativo en la práctica: cómo hacer aprendizaje significativo en el aula*. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/35937775/El_aprendizaje_significativo_en_la_practica_Actualizado.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1540253017&Signature=Kxbu9uu8T30wnthgi%2B3zMIGcnHk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAprendizaje_Significativo.pdf
- Bengoechea Garin, P. (2006). Aprendizajes constructivistas y no constructivistas: una diferenciación obligada para nuestras aulas. *Aula Abierta*, 87, 27-54. Recuperado de <http://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/26938>
- Bossio, J. y Donado, A. (2009). *Revisión bibliográfica analítica de la creatividad* (Tesis de grado, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia).
- Brenlla, M. E., Aranguren, M., Rossaro, M. F. y Vázquez, N. (2010). Adaptación para Buenos Aires de la escala de autoeficacia general. *Interdisciplinaria*, 27(1), 77-94.
- Carrasco Hernández, A. J., Martínez Costa, M. y Jiménez Jiménez, D. (2015). La mejora de satisfacción de los estudiantes del grado de relaciones laborales y recursos humanos con el uso de las TICs: efectos de las estrategias de aprendizaje y las experiencias de flujo. *Trabajo: Revista Andaluza de Relaciones Laborales*, 33, 17-30.
- Esquivias Serrano, M. T. (2004). Creatividad: definiciones, antecedentes y aportaciones. *Revista Digital Universitaria*, 5(5), 1-17.
- Hilpert, J., Stump, G., Husman, J. & Kim, W. (2008). An exploratory factor analysis of the Pittsburgh freshman engineering attitudes survey. En *2008 38th Annual Frontiers in Education Conference* (pp. F2B-9). Saratoga Springs, EE. UU.: IEEE.
- Ruiz Bolívar, C. (2008). El blended-learning: evaluación de una experiencia de aprendizaje en el nivel de postgrado. *Investigación y Postgrado*, 23(1), 11-36. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872008000100002&lng=es&tlng=es
- Ugartetxea, J. (2002). La metacognición, el desarrollo de la autoeficacia y la motivación escolar. *Revista de Psicodidáctica*, 13, 49-73.
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91.

7

EXPERIENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DE AMBIENTES DE APRENDIZAJE NATURALMENTE CRÍTICOS EN LA ASIGNATURA INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

Gustavo Adolfo Espitia Pantoja

Docente investigador
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
gespitia@uninorte.edu.co

José Daniel Soto

Docente investigador
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
jsoto@uninorte.edu.co

Nelson Esteban Ruiz Martínez

Asistente de investigación
neruiz@uninorte.edu.co

RESUMEN

En este capítulo se presenta una propuesta pedagógica basada en la teoría de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos planteada por Ken Bain (Bain, 2007, p. 73),) y aplicada al curso de Introducción a la Ingeniería Eléctrica; el docente asesorado, por el equipo del CEDU, decidió implementar algunos de los quince principios que Bain recomienda en su libro. Durante la primera fase de la investigación de aula, el profesor realizó varias experiencias a manera de pilotaje, con el objetivo de seleccionar sólo aquellas en donde obtuvo resultados significativos.

La propuesta surge como una alternativa de cambio a nivel metodológico de las clases tradicionales, considerando algunas actividades que ya se venían dando anteriormente y que están estrictamente ligadas al conocimiento del programa; así como también aquellas que hacen parte de la nueva propuesta y que están relacionadas con el desarrollo de un proyecto semestral de materia. La asignatura estuvo enfocada en un 80% de trabajo práctico y un 20% de trabajo teórico. Los resultados mostraron un incremento en el interés por los temas relacionados con la ciencia y las matemáticas, propios de las ingenierías, reflejándose en la forma en la que los estudiantes solucionaron cada uno de los inconvenientes que se presentaron durante el desarrollo del proyecto. Adicionalmente, los estudiantes se mostraron comprometidos y participativos en las tareas que se encomendaron durante todo el semestre.

INTRODUCCIÓN

Introducción a la Ingeniería Eléctrica es una asignatura del primer semestre del programa de Ingeniería Eléctrica que tiene el propósito de contextualizar a los estudiantes sobre el perfil ocupacional y profesional de este. Hace parte del componente básico profesional del programa y le sirve al estudiante para reafirmar su decisión profesional.

Sin embargo, siendo el primer momento de contacto con tópicos específicos de la ingeniería, en la Universidad del Norte esta asignatura solo cuenta con un crédito académico, lo que significa que los estudiantes tienen solo una hora a la semana de clase teórica con el docente, lo que contrasta con el tiempo asignado a otras asignaturas del mismo semestre: Cálculo Diferencial cuenta con seis horas a la semana, Expresión Gráfica con cuatro horas, Álgebra Lineal con tres horas, Competencias Comunicativas I con tres horas, Universidad y Proyecto de Vida con una hora. Esto sin contar con las horas del curso de idioma extranjero que esté estudiando, ni de los cursos extracurriculares disponibles en las áreas de deportes y desarrollo cultural y artístico. Lo que significa que al menos el 94 % del tiempo programado de clases a la semana corresponde a asignaturas en las que se comparte salón de clases con

estudiantes de múltiples disciplinas, y solo máximo el 6 % del tiempo es para clases en las que los participantes son exclusivamente los estudiantes que están cursando el mismo programa.

Esta situación tiene varias implicaciones: por un lado, al tener estudiantes de múltiples programas, los docentes generalmente se concentran en el contenido de la asignatura y los estudiantes son expuestos a ejemplos o ejercicios genéricos que puedan aplicar a la mayoría de los asistentes; por otro lado, el docente de Introducción a la Ingeniería Eléctrica se ve limitado en el tiempo para desarrollar todo el tema que quisiera y exponer a sus estudiantes a tópicos de la ingeniería como análisis, diseño y solución de problemas, por ejemplo; también los estudiantes pueden considerar la asignatura como un relleno, induciendo en ellos un comportamiento de aprendizaje superficial, o a lo sumo estratégico, pero nunca de aprendizaje profundo; finalmente, el hecho de que la próxima asignatura del componente básico profesional (Circuitos Eléctricos I) la verán en el cuarto semestre, hace que por un año y medio los estudiantes sientan que aún no han empezado a estudiar su carrera propiamente dicha y sean más propensos a desanimarse y pueda aumentar la deserción académica.

Esta situación llevó a indagar la propuesta de Bain (2007) sobre la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, y las posibilidades de implementarlo en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica.

En este capítulo, se presentará la experiencia de implementación de este tipo de ambiente de aprendizaje durante dos semestres consecutivos, las inquietudes que se tenían al respecto y los resultados obtenidos.

1. ANTECEDENTES

Introducción a la Ingeniería Eléctrica es una asignatura del componente básico profesional, en la que los estudiantes tienen la oportunidad de conocer las posibilidades que el programa de Ingeniería Eléctrica les ofrece. Este curso muestra de manera general los campos de acción del profesional y en especial sus líneas de énfasis. Su objetivo principal es hacer que los estudiantes adquieran una visión amplia y clara de los temas en los que se desenvuelve el ingeniero electricista y busca reafirmar la decisión que ellos mismos tomaron en la elección del programa.

Un elemento importante por tener en cuenta es que se ha observado que en ocasiones los estudiantes que se matriculan en el programa de Ingeniería Eléctrica lo

hacen porque no había cupos disponibles en el programa de su elección, frecuentemente los programas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil, y dado que durante los primeros cuatro semestres estas tres carreras comparten la mayoría de los cursos, se hace muy probable que los estudiantes puedan realizar una transferencia interna entre programas una vez matriculado en cualquiera de ellos (en nuestro caso del programa de Ingeniería Eléctrica a los programas de Ingeniería Industrial o Ingeniería Civil). Entonces esto le agrega un objetivo no declarado a la asignatura: convencer a los estudiantes de continuar sus estudios en el programa de Ingeniería Eléctrica así no haya sido su primera opción, lo que la convierte en la parte final del proceso de promoción del programa.

En la Universidad del Norte, este curso es de un crédito académico, es decir, que a esta asignatura le corresponde una de las dieciocho horas a la semana que se tienen establecidas para el primer semestre, teniendo la misma intensidad horaria de la asignatura Universidad y Proyecto de Vida que ofrece el Departamento de Bienestar Universitario a los estudiantes de primer ingreso, y que no cuenta con créditos académicos. Esta situación hace que los estudiantes le presten poco interés a la asignatura, reflejándose en una baja asistencia a clases y limitándose su trabajo a lo mínimo necesario para pasarla o a lo sumo para obtener buenas calificaciones, pero con pocas evidencias de un interés de aprendizaje profundo.

Para atender a este problema, el docente encargado de la asignatura ha venido trabajando desde hace varios años en un modelo de enseñanza-aprendizaje constructivista, en el que el docente pasa de ser un transmisor del conocimiento a un facilitador para que sean los estudiantes los que construyan su conocimiento. Para esto, se ha valido de estrategias como realizar prácticas de laboratorio de temas que los estudiantes verán en cursos avanzados, o de talleres con kits de energía renovables al aire libre, y dado que estas actividades requieren por lo menos dos horas de trabajo, las ha venido realizando fuera de la programación habitual de las clases, típicamente los sábados.

Durante mucho tiempo el docente de la asignatura se sentía cómodo con esta situación, principalmente porque, además de creer que cumplía con el objetivo de la asignatura, los cursos de Introducción a la Ingeniería Eléctrica típicamente no superaban los dieciséis estudiantes en número, que es la capacidad del salón de Laboratorio de Circuitos y Máquinas Eléctricas. Sin embargo, esta situación empezó a cambiar con el programa estatal Ser Pilo Paga, el cual ofrece becas de estudio en universidades privadas a jóvenes de escasos recursos que han obtenido buenos resultados en las prue-

bas nacionales Saber 11, pues el número de estudiantes que ingresan al programa de Ingeniería Eléctrica empezó a aumentar, con lo que se tenían que abrir varios grupos de la misma asignatura y algunos excediendo la capacidad del salón de laboratorio.

Con el incremento del número de estudiantes por curso, la estrategia que venía utilizando el docente empezó a mostrar falencias, debido a que el insuficiente espacio de laboratorio hacía necesario dividir el curso en varios grupos. Aun así, se presentarían problemas, porque dependiendo del número había que armar hasta tres grupos, y como estas actividades se programaban para los sábados por la mañana, había que realizarlo en máximo una hora y media (de 7:30 a 9:00, de 9:00 a 10:30 y de 10:30 a 12:30), lo cual era extenuante para el docente, porque, aunque las actividades las realizaban los estudiantes, se requería su supervisión.

Para complicar aún más la situación, en algunas ocasiones, se programaban exámenes departamentales de cálculo o álgebra, también los sábados en horas de la mañana, así que no se podía contar con la disponibilidad de los estudiantes cuando se quisiera.

Esto llevó al docente de la asignatura a buscar una alternativa al método constructivista basado en prácticas de laboratorio, que no exigiera horas extras de intervención con el docente y que generara el enganche con el programa por parte de los estudiantes.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Crear ambientes de aprendizaje naturalmente críticos es uno de los siete principios comunes que encontró Bain (2007) en su estudio acerca de lo que hacen los mejores profesores universitarios. Estos ambientes de aprendizaje se caracterizan por que los estudiantes se encuentran de manera natural con las destrezas, las costumbres, las actitudes y la información que están tratando de aprender, mediante la realización de tareas físicas o mentales; pero no se queda ahí, porque además los estudiantes aprenden a razonar a partir de las evidencias, a examinar la calidad de sus razonamientos, haciendo mejoras mientras piensan, y a plantear preguntas para comprobar el razonamiento de otras personas, es decir, aprenden a pensar de manera crítica (Bain, 2007).

La motivación de trabajar ambientes de aprendizaje naturalmente críticos está fundamentada básicamente en el hecho de que las personas tienden a aprender más efectivamente cuando: a) intentan resolver problemas que consideran intrigantes, atractivos o importantes; b) sienten que tienen el control sobre su propia educa-

ción; c) pueden trabajar en colaboración con otros estudiantes; d) creen que su trabajo será considerado justa y honestamente; y e) pueden probar, fallar y recibir realimentación antes de cualquier juicio sobre sus esfuerzos (Bain, 2007).

Los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos están compuestos principalmente por los siguientes cinco elementos (Bain, 2007):

- Una pregunta o un problema intrigante.
- Las orientaciones para ayudar a los estudiantes a comprender el significado de la pregunta.
- El comprometer a los estudiantes en alguna actividad intelectual de orden superior.
- La ayuda a los estudiantes a responder la pregunta.
- El promover a los estudiantes a seguirse cuestionando.

Un aspecto interesante de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos es que pueden crearse tanto en actividades de trabajo de campo como en las clases magistrales (Bain, 2007).

3. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN PROPUESTA

En el segundo semestre de 2016, se realizó una prueba piloto para revisar con qué frecuencia el docente aplicaba los elementos de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos durante las clases de la asignatura Introducción a la Ingeniería Eléctrica. Para evaluar este aspecto, se utilizó la ficha de observación de clase, diligenciada por el asistente de investigación, quien se sentó en un extremo del salón de clase, durante tres sesiones de clase y sin intervenir en ninguna de ellas.

Luego de realizar la prueba piloto, el docente ajustó la metodología según las observaciones realizadas e implementó la experiencia por evaluar propiamente dicha durante dos periodos académicos de 2017 (2017-I y 2017-II).

El primer semestre del año típicamente es un periodo de alta inscripción, mientras que el segundo típicamente es un periodo de baja inscripción. Esta situación se da porque la mayoría de los estudiantes que ingresan a estudiar el programa de Ingeniería Eléctrica provienen de colegios con calendario académico A, es decir, que finalizan el año escolar en los meses de noviembre-diciembre.

En ambos periodos, se implementaron ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, de manera que la diferencia entre ellos es que la experiencia realizada en el periodo 2017-II incluyó prácticas de laboratorio los sábados como los que tradicionalmente venía haciendo el docente, mientras que en el periodo 2017-I no se realizaron este tipo de actividades, sino más que todo el docente se concentró en las clases magistrales y un solo proyecto que tenían que realizar los estudiantes durante el semestre y presentarlo al final de este.

En tabla 7.1, se hace un resumen de los elementos de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos aplicados en cada uno de los periodos experimentados.

Tabla 7.1. Resumen de elementos de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos implementados en la experiencia

Elementos	Periodo 2017-I	Periodo 2017-II
Una pregunta o un problema intrigante	El diseño y la construcción de una cometa que produjera energía eléctrica, la cual podría ser consumida directamente en la cometa o en tierra.	En general, la realización de prácticas de laboratorio de circuitos eléctricos o máquinas eléctricas, que son temas que los estudiantes verán en asignaturas de semestres superiores.
Las orientaciones para ayudar a los estudiantes a comprender el significado de la pregunta	Indicaciones dadas a los estudiantes para el desarrollo de la actividad: por ejemplo que el consumo de la energía directamente en la cometa puede darse por luces que esta pueda emitir.	Indicaciones dadas en la guía de laboratorio entregada, dependientes de la práctica por realizar.
El comprometer a los estudiantes en alguna actividad intelectual de orden superior	La aplicación de teorías electromagnéticas sencillas vistas en clase, en el diseño y en la construcción de su cometa.	Peticiones de comparación de comportamientos entre circuitos trabajados, por ejemplo, diferencia entre las conexiones serie y paralelo.
La ayuda a los estudiantes a responder la pregunta	Esto se da mediante las respuestas a interrogantes que traían los estudiantes durante el semestre mientras realizaban su cometa.	Esto se da mediante el acompañamiento realizado a los estudiantes en las prácticas de laboratorio.
El promover a los estudiantes a seguirse cuestionando	Después de la entrega final del proyecto, se les hacían preguntas al grupo de trabajo, para que consideraran qué pasaría si realizaban uno que otro cambio al diseño presentado.	Todas las guías de laboratorio terminaban en preguntas como ¿qué tal si...? en las cuales se proponía a los estudiantes desarrollar de manera opcional unas pruebas adicionales, en las cuales se cambiaban algunos elementos de la práctica realizada.

Fuente: Elaboración propia.

Al final de cada uno de los dos semestres, se aplicó una encuesta en la que se les preguntó a los estudiantes si hubo algún cambio en su decisión de continuar o no estudiando el programa de Ingeniería Eléctrica y se les pidió que evaluaran la metodología desarrollada durante el curso.

4. OBJETIVOS

El objetivo general es verificar si en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica, mediante la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en grupos relativamente grandes, en los que predominan las clases magistrales, se obtienen resultados similares a los de la implementación de este mismo tipo de ambiente de aprendizaje en grupos relativamente pequeños, con los que se pueden realizar fácilmente prácticas de laboratorio.

Objetivos específicos

- Comparar el nivel de retención de los estudiantes al finalizar el curso de Introducción a la Ingeniería Eléctrica de diferentes tamaños en los que se implementaron ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.
- Conocer la percepción que tienen los estudiantes respecto de la implementación de este tipo de ambiente de aprendizaje en el curso de Introducción a la Ingeniería Eléctrica.

5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA

Tipo de estudio

El tipo de investigación es cuasiexperimental, de tipo transversal-descriptivo. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos, o de cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren sin indicar cómo se relacionan estas. La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice, así como describen tendencias de un grupo o población (Hernández, Fernández-Collado y Baptista, 2014).

Participantes

La muestra incluyó a 64 estudiantes de primer ingreso, matriculados en la asignatura Introducción a la Ingeniería Eléctrica durante el primer semestre de 2017, y a 11 estudiantes matriculados durante el segundo semestre de 2017.

Técnicas e instrumentos

La tabla 7.2 resume los instrumentos empleados durante el estudio para la recolección de los datos en cada variable objetivo.

Tabla 7.2. Instrumentos de medida

Técnica	Instrumento	Objetivo	Dirigido a:
Ficha de observación de clase	Protocolo de observación de clase	Identificar, desde la práctica del docente, los aspectos esenciales de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.	Docente
Test	Encuesta de enganche y percepción	Identificar el nivel de enganche del estudiante con el programa y la percepción de los estudiantes acerca de la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en el curso.	Estudiantes de los dos periodos

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 7.3 muestra la ficha de observación de la clase, mediante la cual se registró la frecuencia en que aparecían los elementos de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos durante el desarrollo de una clase de Introducción a la Ingeniería Eléctrica.

Tabla 7.3. Ficha de observación de clase

Profesor	Fecha de observación			
	Marcas	Rara vez (1)	Una que otra vez (2)	Frecuente- mente (3)
El profesor hace preguntas intrigantes, interesantes o importantes partiendo de la vida cotidiana.				
Los estudiantes pueden probar, fallar, recibir retroalimentación y tratar nuevamente antes de recibir un juicio (o notas) acerca de su trabajo.				
Los alumnos pueden especular mucho antes de conocer algo.				
Los estudiantes obtienen apoyo (asistencia emocional, física e intelectual) cuando la solicitan.				
El profesor presenta desafíos (en forma de preguntas o tareas) que retan los paradigmas de los estudiantes.				
Ocasionalmente lo estudiantes aceptan que sus paradigmas no son funcionales.				
Es notable que el profesor toma en consideración el trabajo de cada estudiante.				
El profesor desarrolla los temas yendo de lo general a lo particular.				

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 7.4 muestra los elementos de la encuesta diligenciada por los estudiantes al finalizar el semestre, mediante la cual se busca identificar el nivel de enganche obtenido con el programa y las apreciaciones de los estudiantes acerca de la metodología empleada en el curso.

Tabla 7.4. Encuesta de enganche y percepción para estudiantes

Bloque	Pregunta	Posibles respuestas
	Cuando te matriculaste en Ingeniería Eléctrica pensabas...	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir en el programa de Ingeniería Eléctrica • Pasarme a otro programa
	Ahora que se terminó el primer semestre piensas...	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir en el programa de Ingeniería Eléctrica • Pasarme a otro programa
Acerca de la carrera de estudio	En caso de que quieras cambiar de carrera, ¿cuál de las siguientes opciones elegirías?	<ul style="list-style-type: none"> • Otra ingeniería • Administración, Contaduría, Economía • Ciencias de la salud • Psicología, Filosofía, Educación • Diseño Industrial, Música • Otra...
	En caso de que quieras cambiar de carrera, ¿qué te impulsa a la decisión? (Puedes elegir más de una respuesta.)	<ul style="list-style-type: none"> • La preferencia que tenía previamente al inicio del semestre • Los resultados de los cursos de matemáticas en este semestre • Lo visto en las clases de Introducción a la Ingeniería Eléctrica • Otra...
	¿Con lo visto en clase conociste aspectos de la Ingeniería Eléctrica que antes desconocías?	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No
	El profesor integró temas de otras asignaturas que estabas cursando (Cálculo, Álgebra Lineal, etc.) a la asignatura de Introducción a la Ingeniería. Lo cual te pareció...	<ul style="list-style-type: none"> • Innecesario (no era necesario tocar temas de otras materias del mismo semestre en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica). • Apropiado (fue bueno que se trabajaran temas de otras materias del mismo semestre en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica). • Insuficiente (sería bueno trabajar más temas de otras materias del mismo semestre en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica). • Excesivo (se tocaron demasiados temas de otras materias en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica).
Acerca de la asignatura Introducción a la Ingeniería Eléctrica	El profesor integró temas de asignaturas del programa de Ingeniería Eléctrica que verás en el futuro (Circuitos, Máquinas Eléctricas, etc.) a la asignatura de Introducción a la Ingeniería. Esto te pareció...	<ul style="list-style-type: none"> • Innecesario • Apropiado • Insuficiente • Excesivo
	¿Cómo te pareció la explicación teórica de los temas tratados?	<ul style="list-style-type: none"> • Innecesario • Apropiado • Insuficiente • Excesivo
	¿Cómo te pareció la experiencia práctica realizada durante el semestre?	<ul style="list-style-type: none"> • Innecesario • Apropiado • Insuficiente • Excesivo

Fuente: Elaboración propia.

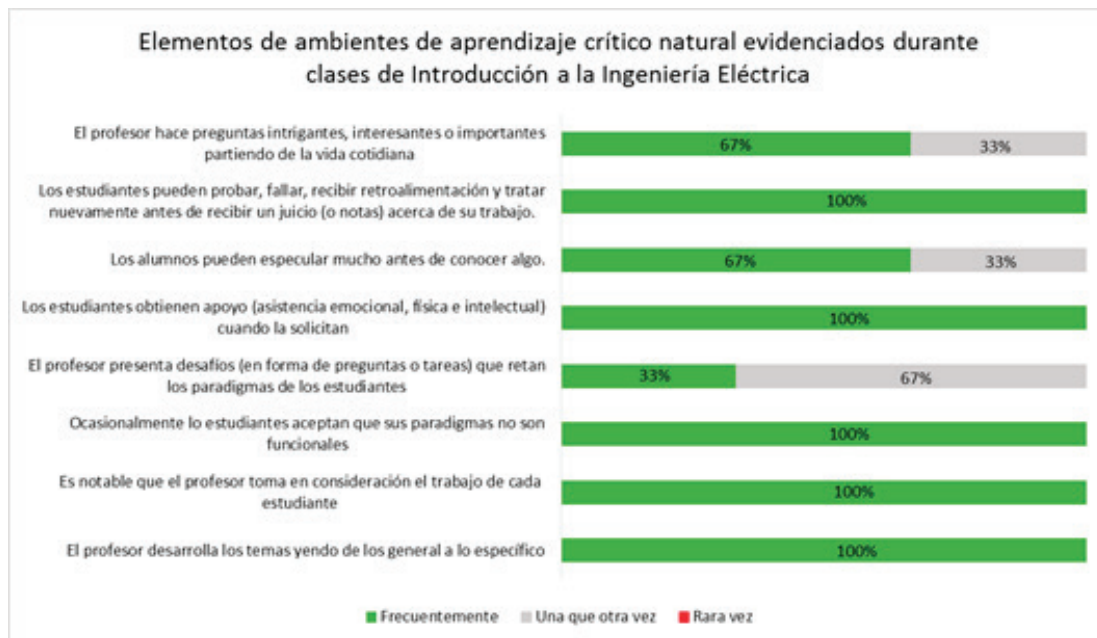
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos durante la experiencia realizada.

De manera general, se informa que, de los matriculados en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica en cada periodo de la experiencia realizada, contestaron la encuesta de enganche y percepción el 83 % de los estudiantes del periodo 2017-I, y el 73 % de los estudiantes del periodo 2017-II.

Elementos de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos evidenciados en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica

El figura 7.1 muestra el resumen de las fichas de observación de clase diligenciada por el asistente de investigación durante tres sesiones de clases en el periodo 2016-II cuando se realizó la prueba piloto previa a la aplicación en firme de la experiencia.



Fuente: Elaboración propia.

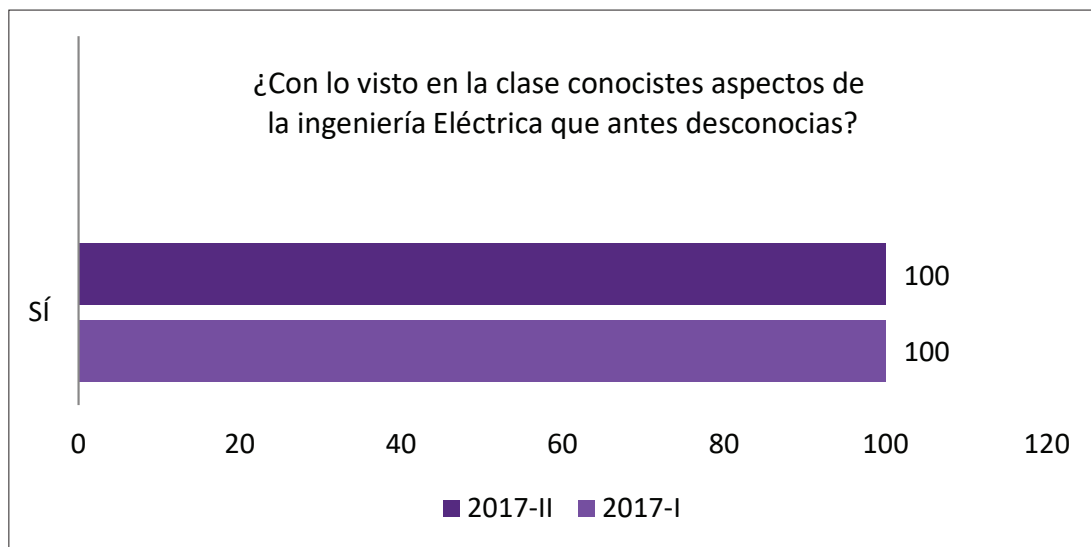
Figura 7.1. Elementos de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos evidenciados en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica.

En la figura se observa que en general el docente aplicaba los elementos de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en sus clases: haciendo preguntas generadoras de interés para los estudiantes; permitiendo que los estudiantes probaran,

fallaran y trataran nuevamente después de recibir retroalimentación, sin que esto afecte la evaluación de su trabajo; permitiendo que los estudiantes especularan antes de conocer algo en particular; apoyando a los estudiantes cuando lo solicitan; presentando desafíos que reten los paradigmas de los estudiantes; tomando en consideración el trabajo de cada estudiante; y desarrollando los temas de lo general a lo particular. Respecto de los estudiantes, se observó que en ocasiones aceptaban que sus paradigmas no eran funcionales.

Evaluación de la metodología por parte de los estudiantes

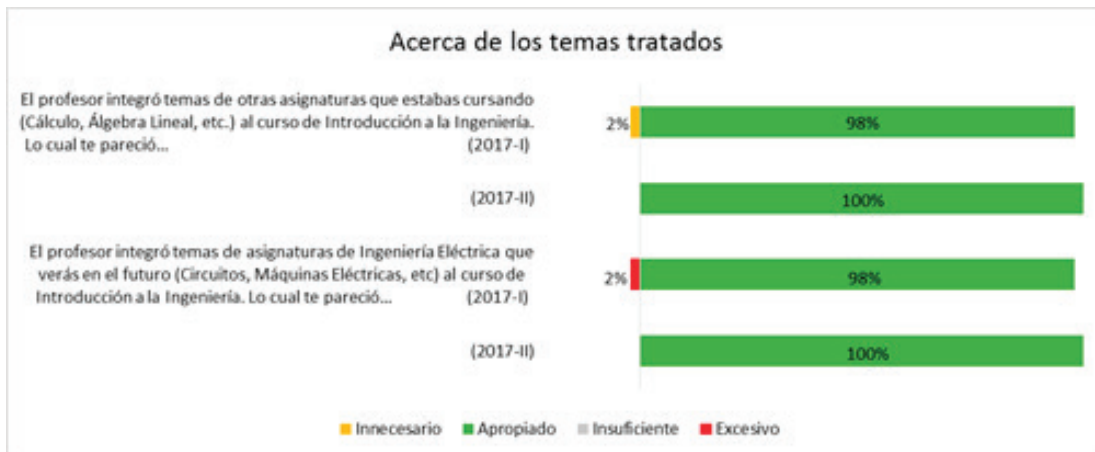
En los dos periodos de la experiencia realizada, el 100 % de los estudiantes informaron que conocieron aspectos de la ingeniería eléctrica que antes no conocían (figura 7.2).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.2. Reconocimiento de aprendizaje de nuevos aspectos de la ingeniería eléctrica.

Respecto de los temas tratados, al 98 % de los estudiantes del periodo 2017-I les pareció apropiado que el profesor haya integrado temas de otras asignaturas que estaban cursando simultáneamente con la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica y al 2% restante innecesario, mientras que al 100% de los estudiantes del periodo 2017-II consideraron apropiado esa integración de temas de materias que estaban viendo el mismo semestre (figura 7.3).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.3. Apreciación acerca de los temas tratados.

Siguiendo en la misma línea, al 98 % de los estudiantes del periodo 2017-I les pareció apropiado que el profesor haya integrado temas de asignaturas que los estudiantes verán en semestres superiores (como Circuitos y Máquinas Eléctricas) y al 2 % restante excesivo, mientras que al 100 % de los estudiantes del periodo 2017-II consideraron apropiado esa integración de temas de materias que verán en el futuro (figura 7.4).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.4. Apreciación acerca de las actividades académicas realizadas.

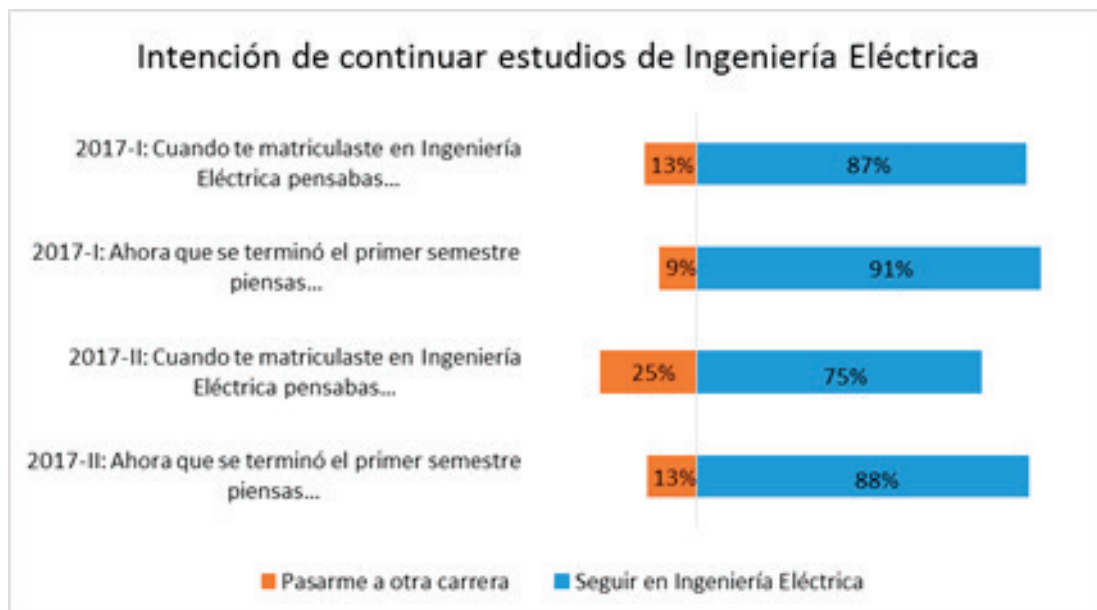
Respecto de la explicación teórica de los temas tratados, al 92 % de los estudiantes del periodo 2017-I les pareció apropiada, al 4 % insuficiente y al otro 4 % excesivo, mientras que al 100 % de los estudiantes del periodo 2017-II apropiada (figura 7.5).

Siguiendo en la misma línea, al 88 % de los estudiantes del periodo 2017-I les pareció apropiada la experiencia práctica realizada durante el semestre, al 8 % insuficiente y al 4 % excesiva, mientras que al 75 % de los estudiantes del periodo 2017-II apropiada y al 25 % insuficiente (figura 7.5).

Es interesante notar que en las respuestas de los estudiantes del periodo 2017-I se encuentran calificaciones como innecesaria y excesiva la integración de temas de cursos del mismo semestre y de semestres superiores, respectivamente, así como excesiva la explicación teórica o la experiencia práctica realizada durante el semestre (aun cuando también se observan algunas respuestas como que estos elementos fueron insuficientes). Esto contrasta con las respuestas de los estudiantes del periodo 2017-II en las que no indican calificaciones negativas; por el contrario, en un 25 % les pareció insuficiente la experiencia práctica realizada.

Intención de continuar con los estudios de Ingeniería Eléctrica

Respecto del nivel de enganche con la carrera, el porcentaje de estudiantes que al iniciar el semestre había pensado en continuar con sus estudios de Ingeniería Eléctrica en el periodo 2017-I se incrementó al finalizar el curso, pasando del 87 al 91 %. También en el periodo 2017-II se observó un incremento en la retención del 75 al 88 %, como se observa en el figura 7.5.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.5. Variación en la intención de continuar estudiando Ingeniería Eléctrica.

Indagando con más detalle las respuestas dadas, se encontró que tanto para el periodo 2017-I como para el periodo 2017-II, el 100 % de los estudiantes que indicaron su interés de cambiarse de programa al finalizar el semestre lo hicieron por la preferencia que tenían previamente al inicio del semestre.

CONCLUSIONES

Como primera gran conclusión que se puede obtener de este estudio, es que sí se pueden implementar ambientes de aprendizaje normalmente críticos en una asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica con un número grande de estudiantes, al igual que con un número pequeño. La diferencia estriba en las limitaciones de recursos disponibles, por lo cual habría que buscar alternativas; por ejemplo, en el caso del periodo 2017-I, en lugar de realizar actividades de laboratorio que exigirían un excesivo desgaste por parte del docente en las horas adicionales, se pudo implementar ambientes de aprendizaje normalmente críticos con clases magistrales y un proyecto práctico que desarrollar por parte de los estudiantes durante todo el semestre.

Respecto de que si se obtienen los mismos resultados en un ambiente de aprendizaje crítico natural implementado con grupos grandes que el obtenido con grupos pequeños de estudiantes, la evidencia muestra que sí: en ambos casos, se obtuvo un incremento en el interés de continuar los estudios del programa Ingeniería Eléctrica por parte de los estudiantes; del 98 al 100 % les pareció apropiado que el profesor haya incluido temas de asignaturas que están ofreciendo en el mismo semestre o en semestres superiores; y del 96 al 100 % les pareció apropiada y hasta insuficiente la explicación teórica o la experiencia práctica desarrollada en el curso mediante la implementación de ambientes de aprendizaje normalmente críticos.

Se puede decir que, inclusive, parece ser que a los estudiantes que no hicieron un proyecto durante el semestre, sino que realizaron actividades de laboratorio, les hizo falta la realización de este tipo de actividad, pues son estos (los del periodo 2017-II) quienes presentan un 25 % de algún tipo de inconformidad, al indicar que la experiencia práctica fue insuficiente.

Hay que notar, sin embargo, que no hay evidencia concreta de que los resultados obtenidos hayan sido producto específicamente de la implementación de ambientes de aprendizaje normalmente críticos en el aula de clases. Para esto se necesitaría otro tipo de estudio más completo que considere otros factores que no se tuvieron en cuenta en el presente estudio.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el estudio de la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos en la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica, mejorando el diseño del experimento, de tal manera que se pueda llegar a conclusiones más resistentes a la crítica. Por ejemplo, estudiando el impacto que el nivel de enganche en el programa tienen los enfoques de aprendizaje (Pérez, 1999), las actitudes como la remuneración económica del área elegida, el papel que la disciplina desempeña en la sociedad o la “exactitud” de dicha disciplina (Besterfield-Sacre, Atman & Shuman, 1998; Seymour & Hewitt, 2000, citados por Hilpert, Stump, Husman & Kim, 2008), o la autoeficacia percibida (Bandura, 1990, citado por García-Fernández et al., 2010).

En particular, se recomienda estudiar la manera de estandarizar la metodología para que pueda realizarse tanto con grupos pequeños como con grupos grandes de la misma manera, sin la necesidad de incurrir en tiempo de interacción física adicional de los estudiantes y el docente, pues se ha visto que esto no es sostenible en el tiempo, ya por el desgaste físico que implica para el docente, ya por las eventualidades que se pueden presentar como la programación de exámenes departamentales de las otras asignaturas que está cursando el estudiante y que le impidan la asistencia a las actividades que se programen adicionalmente.

Entendiendo las limitaciones de recursos institucionales para incrementar el número de horas semanales a la asignatura Introducción a la Ingeniería Eléctrica, se recomienda seguir explorando la integración de temas con otras materias que el estudiante está cursando durante el mismo semestre. Esto, en opinión de los autores, debería ser de doble vía, es decir, que se procure que en las otras asignaturas se trabajen temas de ingeniería eléctrica. Lo anterior podría hacerse, por ejemplo, mediante la aplicación de ejercicios específicos tanto en la asignatura de Cálculo Integral como en la de Álgebra Lineal, así como en talleres de planos o sólidos que tengan que ver con la ingeniería eléctrica en expresión gráfica y en la lectura o escritura de textos relacionados con la industria eléctrica en la asignatura de Competencias Comunicativas I. De esta manera, no solo se mejora la exposición del estudiante a los temas de la carrera específica en el primer semestre, sino que es muy probable que el aprendizaje que se produzca en cada una de las otras asignaturas mencionadas sea de tipo profundo y no meramente superficial o estratégico (Gutiérrez-Provecho y López-Aguado, 2013).

REFERENCIAS

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad* (2.ª ed.). Valencia, España: Universidad de València.
- Besterfield-Sacre, M., Atman, C. J. & Shuman, L. J. (1998). Engineering student attitudes assessment. *Journal of Engineering Education*, 87(2), 133-141.
- García-Fernandez, J. M., Inglés, C. J., Torregrossa, M. S., Ruiz-Esteban, C., Díaz-Herrero, Á., Pérez-Fernandes, E. y Martínez-Monteagudo, M. C. (2010). Propiedades psicométricas de la escala de autoeficacia percibida específica de situaciones académicas en una muestra de estudiantes españoles de educación secundaria obligatoria. *European Journal of Education and Psychology*, 3(1), 61-74. <http://doi.org/10.1989/ejep.v3i1.46>
- Gutiérrez-Provecho, L. y López-Aguado, M. (2013). Relación de los enfoques de aprendizaje con el rendimiento y la estimación del tiempo dedicado por los estudiantes en la realización del prácticum. *Bordón: Revista de Pedagogía*, 65(3), 25-37.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Hilpert, J., Stump, G., Husman, J. & Kim, W. (2008). An exploratory factor analysis of the Pittsburgh freshman engineering attitudes survey. En *2008 38th Annual Frontiers in Education Conference* (pp. F2B-9). Saratoga Springs, EE. UU.: IEEE.
- Pérez Cabaní, M. L. (1999). El aprendizaje escolar desde el punto de vista del alumno: los enfoques de aprendizaje. En C. Coll Salvador, Á. Marchesi Ullastres y J. Palacios (Comps.), *Desarrollo psicológico y educación. Vol. 2: Psicología de la educación escolar* (pp. 285-308). Madrid, España: Alianza.

8

ENFOQUES DE ENSEÑANZA Y CREENCIAS EPISTEMOLÓGICAS DE PROFESORES DE LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA: UN ANÁLISIS CRÍTICO

Adela de Castro

Docente investigadora
Departamento de Español
Editora Centro para la Excelencia Docente (CEDU)
decastro@uninorte.edu.co

Dick Guerra Flórez

Asistente de investigación del CEDU
dickg@uninorte.edu.co

José Daniel Soto Ortiz

Docente investigador
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
jsoto@uninorte.edu.co

Eulises Domínguez Merlano

Jefe
Centro para la Excelencia Docente (CEDU)
edomingu@uninorte.edu.co

INTRODUCCIÓN

La noción de Bain (2014) sobre ambientes de aprendizaje naturalmente críticos retoma varios de los principios de la propuesta socioconstructivista ampliamente desarrollada y explicada en el capítulo 1, además de conectarla con otras nociones no menos cercanas como las de enfoques de enseñanza y aprendizaje mencionadas por Biggs (2005) y operativas por diversos investigadores a nivel mundial (Trigwell & Prosser, 2004).

En definitiva, los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos requieren que los profesores implementen en el aula varias metodologías de aprendizaje (Bain, 2004, 2007). Son naturales porque se plantean problemas y cuestionamientos a los estudiantes que los llevan a ser inquisitivos con su propio aprendizaje; también la toma de decisiones los llevan a defender sus puntos de vista, recibir retroalimentación sobre sus propuestas y los estimulan a intentarlo nuevamente hasta encontrar respuestas y soluciones. Asimismo, los ambientes son críticos porque en ellos el estudiante se ve abocado a pensar críticamente, a razonar desde la evidencia y a examinar la calidad de sus razonamientos. Este último es el más importante de los principios del pensamiento de Bain (2014).

Asimismo, en el capítulo 1, los investigadores hallaron discrepancias con respecto a las actitudes y expectativas hacia la ingeniería en cuanto a investigaciones adelantadas por Farrell, Cochrane & McHugh (2015) y Holmegaard, Madsen & Ulriksen (2014). Es decir, los estudiantes de ingeniería de primer semestre de la Universidad del Norte indican que sí vale la pena estudiar ingeniería y que su estudio será satisfactorio y gratificante.

En este capítulo que cierra el libro, los autores presentan los resultados de investigación sobre creencias epistemológicas y enfoques de enseñanza de los profesores. También se hará un metaanálisis de los resultados y de las recomendaciones de los capítulos anteriores.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Creencias epistemológicas

Las creencias epistemológicas son aquellas ideas (implícitas o explícitas) que tenemos acerca de la naturaleza del conocimiento, del aprendizaje y de la práctica, y que deberían conformar nuestro desempeño como docentes. Aclarado esto, para

poder evaluarlas en la presente investigación, se escogió el inventario de creencias epistemológicas (Epistemic Belief Inventory [EBI]) de Schraw, Bendixen & Dunkle (2002), compuesto por 32 ítems que miden 5 dimensiones de creencias epistemológicas: conocimiento simple (8 ítems), cierto conocimiento (7 ítems), autoridad omnisciente (5 ítems), habilidad innata (7 ítems) y aprendizaje rápido (5 ítems).

En la revisión de literatura de este apartado, se encontró que Trevors & Muis (2015) realizaron un estudio sobre los errores en las creencias epistemológicas de estudiantes de ciencias con respecto a sus disciplinas; para ello, realizaron una investigación con medición antes y después de proporcionarles un texto argumentativo con contraargumentos sobre el carácter evolutivo de las ciencias. En los resultados, los investigadores mostraron que la estructura del texto y los objetivos de lectura afectaron el conflicto cognitivo, la construcción de la coherencia y el procesamiento elaborativo durante la lectura y promovieron el conocimiento conceptual correcto incluido en los ensayos, pero no afectaron la inclusión de conceptos erróneos. Además, los aprendices con creencias epistemológicas evaluativas participaron en menos procesos de monitoreo de la comprensión y fueron más propensos a adaptar sus procesos de construcción de coherencia de acuerdo con los objetivos de lectura que sus homólogos no evaluativos, pero los grupos de creencias epistémicas no difirieron en el contenido del ensayo posterior.

Por su parte, Rosman, Mayer, Kerwer & Krampen (2017), en una investigación sobre el desarrollo diferencial de creencias epistemológicas disciplinares de estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Psicología, establecieron la informática (una disciplina “dura”, según estos autores) en la que esperaban que las creencias absolutas (el conocimiento como “verdades” objetivas) aumentaran con el tiempo. Por el contrario, en la disciplina más “suave” de la psicología (según los autores), esperaban que las creencias absolutas fueran bajas y estables, y las creencias multiplicativas (conocimiento como opiniones subjetivas). Al analizar los datos de una muestra de 226 estudiantes de pregrado, encontraron que en ciencias de la computación las creencias absolutas de hecho aumentaron durante el periodo de estudio. En psicología, un aumento inicial de las creencias multiplicistas fue seguido de una pronunciada disminución. Estos investigadores sugieren que la “sofisticación” epistémica debe concebirse como una adaptación flexible de los juicios epistémicos de las características de contextos específicos y no como una secuencia de desarrollo generalizada.

En una investigación sobre creencias epistémicas y estrategias epistémicas en el aprendizaje autorregulado, Richter & Schmid (2010) encontraron que los apren-

dices adaptan sus metas de aprendizaje y sus estrategias epistémicas dependiendo de las características objetivas y la familiaridad percibida de los textos que leen. Por su parte, Yang, Chang, Chen & Chen (2016) realizaron una investigación cuyo propósito principal fue explorar las creencias de los estudiantes acerca de las lecturas científicas y sus creencias epistemológicas acerca de la ciencia y cómo estas creencias están asociadas con su comprensión de los textos de ciencias. En dicha investigación, encontraron que, cuando los estudiantes tienen fuertes creencias sobre la construcción de significado basadas en sus metas y experiencias personales (creencias transaccionales), producen más temas e interpretaciones críticas sobre el contenido del artículo científico disciplinar usado.

De Cruz & De Smedt (2012) encontraron en su investigación sobre el estatus epistémico de las creencias científicas que la transmisión cultural del conocimiento científico puede conducir a representaciones más aproximadas a la verdad o más eficientes para resolver problemas relacionados con la ciencia en una amplia gama de circunstancias, incluso en condiciones en que las facultades cognitivas humanas estarían más lejos de lo que realmente son. Asimismo, en un estudio con 377 estudiantes taiwaneses de último año de secundaria con énfasis en ciencias, Tsai, Ho, Liang & Lin (2011) examinaron las relaciones entre las creencias epistémicas científicas, las concepciones de aprendizaje de la ciencia y la autoeficacia del aprendizaje de la ciencia. El análisis de los datos les reveló que las creencias epistémicas científicas absolutas de los estudiantes condujeron a concepciones de menor nivel de aprendizaje de la ciencia (es decir, aprender la ciencia como memorizar, preparar pruebas, calcular y practicar), mientras que las creencias epistémicas científicas sofisticadas podrían desencadenar concepciones de nivel superior del aprendizaje de la ciencia (como aumento de conocimiento, aplicación y comprensión).

Un estudio de Huang, Ge & Eseryel (2017) investigó los efectos del aprendizaje conceptual de la comprensión conceptual de los estudiantes de ciencias y su desarrollo de las creencias epistémicas científicas. Dos grupos experimentales estudiaron los temas movimiento y fuerza utilizando las mismas simulaciones en computadoras, pero con diferentes guías de simulación: una mejorada con andamiaje metaconceptual, mientras que la otra no. Los hallazgos condujeron a las siguientes conclusiones: a) el andamiaje metaconceptual mejoró el aprendizaje basado en la simulación al reducir significativamente los conceptos erróneos de la ciencia, pero no fue tan efectivo en el cambio de los modelos mentales de los estudiantes que consistieron en múltiples conceptos claves interrelacionados; b) las creencias de los estudiantes sobre la velocidad del aprendizaje y de la construcción del conocimien-

to fueron fuertes predictores de los resultados de aprendizaje del cambio conceptual; y c) los estudiantes epistemológicamente más maduros no se beneficiaron más de las intervenciones metaconceptuales que aquellos con creencias menos maduras.

Enfoques de enseñanza

Siguiendo una línea temporal, poco después de haber iniciado el estudio del aprendizaje desde la perspectiva del estudio, que devino el análisis de los enfoques de aprendizaje de los estudiantes, resultaba apenas justo tener un punto de comparación con las intenciones que orientaban la actividad docente (Hernández, Maquilón y Monroy, 2012).

Trigwell & Prosser (2004) se dieron a la tarea de caracterizar los enfoques de enseñanza, partiendo de la diferenciación de cuatro intenciones básicas: a) transmitir información, b) procurar la adquisición de conceptos, c) desarrollar los conceptos que trae el estudiante y d) lograr el cambio conceptual. Las dos primeras intenciones denotan estilos de enseñanza fuertemente centrados en el docente, contrario a las dos segundas que implican una enseñanza claramente centrada en el estudiante.

De los enfoques de enseñanza, se deriva que probablemente actúan como un factor clave en la configuración de ambientes de aprendizaje que promueven o no uno u otro tipo de enfoque de aprendizaje en los estudiantes (Pérez, 1999; Hernández y Arán, 2012).

Como enfoques, también son dependientes del contexto o disciplina en que se enseña. A partir de la revisión de Monroy, Hernández y Martínez (2014), no sorprende encontrar numerosas referencias de estudios que encuentran diferencias entre los enfoques que asumen docentes del área de humanidades, en contraste con los que asumen los docentes de ciencias.

Pero también comparte con los primeros sus dos componentes: motivo y estrategia. Para Cañada (2012), el componente motivo hace referencia a la idea que se tiene sobre la naturaleza del proceso de enseñanza (transmisión de información, adquisición de conceptos, desarrollo conceptual o cambio conceptual), mientras que la estrategia como componente puede estar centrada en el docente, en el aprendiz o en la interacción entre ambos.

2. METODOLOGÍA

Método

El presente estudio de naturaleza cuantitativa se enmarca en los diseños de investigación preexperimentales, de alcance explicativo con mediciones antes y después, que permiten la verificación del efecto de una o más variables sobre otras.

En principio, los diseños cuantitativos trabajan bajo el paradigma de la verificación de hipótesis, con la consecuente realización de observaciones cuantificables y medibles (Meltzoff, 2000). En la investigación que se describe, no fue posible contar simultáneamente con grupos de contraste o control, en virtud de que el programa incluyó por igual a todos los cursos vigentes de Introducción a la Ingeniería. Sin embargo, para la medición de algunas de las variables, las cohortes anteriores de estudiantes sirven como una línea base sobre la cual es posible recrear comparaciones que permitan detectar el efecto sobre las variables que se describen a continuación.

La inclusión del metaanálisis como técnica de investigación cualitativa no afecta el diseño metodológico inicial, puesto que tiene como propósito complementar las conclusiones que en materia de desarrollo docente cobran especial relevancia.

Sujetos

El estudio giró en torno a una muestra de ocho docentes, con alrededor de trece cursos, poco más de 310 estudiantes. Un mayor detalle de los sujetos participantes se puede encontrar en el capítulo 1.

Instrumentos

La tabla 8.1 resume los instrumentos empleados durante el estudio para la recolección de los datos en cada variable objetivo.

Tabla 8.1. Instrumentos de la investigación paralela

Técnica	Instrumento	Objetivo	Dirigido a:
Test	Approaches to Teaching Inventory (Trigwell & Prosser, 2004)	Identificar el cambio en el enfoque de enseñanza del docente	Docentes
Test	Epistemic Beliefs Inventory (EBI) (Schraw, Bendixen & Dunkle, 2002)	Determinar el cambio en las concepciones sobre la enseñanza en los docentes participantes	Docentes
Metaanálisis	Categorización de las conclusiones y recomendaciones de los capítulos de investigación de las experiencias de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos.	Identificar lo más relevante de las conclusiones y recomendaciones de las experiencias de investigación de aula con ambientes de aprendizaje naturalmente críticos	Docentes autores de los capítulos del libro

Fuente: Elaboración propia.

Inventario para enfoque de enseñanza (*approaches to teaching inventory* [ATI])

El inventario de enfoques de enseñanza desarrollado por Trigwell & Prosser (2004) pretende identificar las intenciones, las orientaciones o los motivos que guían la actividad de enseñanza en un contexto de aprendizaje específico. Hay varias versiones del test. Una de ellas cuenta con dieciséis enunciados que representan una orientación o intención con la que el docente debe identificarse de acuerdo con una escala de cinco valores que van desde 1: Muy raramente a 5: Casi siempre. En general, el instrumento agrupa las intenciones de los docentes en dos dimensiones. Respecto de la primera, considera dos polos o enfoques generales: uno centrado en el estudiante y orientado a su cambio conceptual (*conceptual change/student-focused* [CCSF]), y el segundo centrado en el profesor orientado a la transmisión de información (*information transmission/teacher-focused approach* [ITTF]). Los ítems se hallan agrupados según lo describe la tabla 8.2.

Tabla 8.2. Distribución de ítems para cada componente de cada enfoque de enseñanza

	CCSF*	ITTF**
Motivo	5-8-15-16	2-4-11-13
Estrategia	3-6-9-14	1-7-10-12

Fuente: Elaboración propia.

Inventario de concepciones epistemológicas (*epistemic beliefs inventory* [EBI])

El *epistemic beliefs inventory* (EBI) desarrollado por Schraw, Dunkle & Bendixen's (1995) está basado en la propuesta primera de Schommer (1990) y cuenta con una revisión de factores adelantada por Welch & Ray (2012). El instrumento (tabla 8.3) busca caracterizar las creencias que los docentes tienen en torno a cinco factores que agrupan las creencias epistemológicas.

Tabla 8.3. Grupos de creencias epistemológicas en *Epistemic beliefs inventory* (EBI)

Factores	Grupo de creencias
1	Naturaleza de la capacidad de aprendizaje
2	Simplicidad y estructura del conocimiento
3	Incremento versus transformación de perspectiva
4	La certeza del conocimiento
5	La velocidad del aprendizaje

Fuente: Elaboración propia.

La encuesta se compone de 32 ítems agrupados en las categorías mencionadas. Los ítems están redactados en escala de Likert de cinco puntos, que van desde 1: Muy en desacuerdo a 5: Muy de acuerdo. La mayor puntuación es indicadora de una creencia simple y monolítica, mientras una puntuación baja apunta a creencias de mayor nivel de complejidad.

A efectos del estudio, se realizó una doble traducción, del inglés al español, y viceversa. Además, se priorizó que en la medida de lo posible los ítems fuesen redactados en orientación hacia las creencias más sencillas o de menor nivel, con el fin de evitar los efectos de la *deseabilidad* social, como lo denomina Meltzoff (2000), recurrentes en las pruebas de autorreporte.

Metaanálisis

El término “meta-análisis” lo acuñó por primera vez Gene Glass (citado en Molina Ríos, 2011) en 1976, cuando planteó que se debían realizar análisis de los resultados de grandes volúmenes de casos clínicos para obtener una interpretación más precisa de los mismos. En este caso con el fin de brindarle al lector una mirada panorámica de las principales conclusiones y aprendizajes que se derivan de estas experiencias. (De Castro y Martínez, 2015, p. 152)

Así las cosas, en ciencias sociales se recurre a esta técnica que forma parte de la investigación cualitativa y que consiste en el análisis del contenido de diversas fuentes para sintetizar los datos de varios estudios. Esto ayuda a la puesta en común de patrones que pueden ser descritos en forma cualitativa a través de las unidades de análisis que los contienen (Botella y Gamarra, 2006; Botella y Sánchez, 2015).

Procedimiento

Una vez identificados los docentes participantes en la investigación, se realizó una primera aplicación de los dos instrumentos dirigidos a valorar las creencias epistemológicas (EBI) y los enfoques de enseñanza (ATI). El postest procedió un mes antes de finalizar las clases del segundo semestre del año académico.

El metaanálisis, por su parte, inició una vez los docentes hicieron entrega de sus capítulos finales de investigación de aula. El análisis de contenido de las conclusiones en cada capítulo permitió determinar los aprendizajes docentes derivados de la implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos y derivó a su vez en la apreciación de variables colaterales afectivas y motivacionales que desde la perspectiva del maestro también fueron afectadas.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se presentan a continuación los resultados de la investigación atendiendo al efecto en el docente de la implementación de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, así como a las conclusiones del metaanálisis de los textos de investigación de aula redactados por ellos.

Creencias epistemológicas

El análisis comparativo de las creencias epistemológicas se realizó docente a docente, dado el tamaño de la muestra, usando una comparación de medias a través del estadístico de rangos con signos de Wilcoxon, funcional para estos casos. Las tablas 8.4 y 8.5 muestran la distribución de puntuaciones por factor y los criterios para analizar las puntuaciones, respectivamente.

Tabla 8.4. Comparativo de las distribuciones de las creencias epistemológicas de los docentes de ingeniería

Sujetos	Pretest					Postest				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Docente 1	2,6	3,0	3,6	2,8	2,4	2,9	2,7	3,2	3,3	2,6
Docente 2	2,9	2,2	2,8	2,0	2,3	2,6	2,3	2,6	2,5	2,3
Docente 3	2,3	3,2	3,4	3,0	2,6	2,4	2,7	2,8	3,5	2,6
Docente 4	2,6	2,5	3,4	3,8	2,4	2,6	2,3	3,8	4,0	2,3
Docente 5	2,7	2,7	3,4	4,0	2,6	3,1	3,2	3,0	3,0	3,0
Docente 6	2,7	2,7	3,0	2,8	2,4	2,3	3,0	3,0	3,0	2,6
Docente 7	1,1	1,5	3,4	1,0	2,1	1,9	1,8	2,8	2,5	1,9
Docente 8	2,1	1,5	3,8	3,3	2,6	2,3	2,3	2,4	3,3	3,1
Promedio	2,4	2,4	3,4	2,8	2,4	2,5	2,5	3,0	3,1	2,5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.5. Puntuación por factores de creencias epistemológicas

Factor	Descripción	Puntuación	
		Cercana a 1	Cercana a 5
1	Naturaleza de la capacidad de aprendizaje	Se nace con una capacidad mejor o peor para aprender	La capacidad para aprender es relativa a muchos factores
2	Simplicidad y estructura del conocimiento	El conocimiento como una entidad simple	El conocimiento como un proceso complejo
3	Naturaleza del conocimiento	El conocimiento como una entidad fija	El conocimiento como una entidad dinámica y cambiante
4	La certeza del conocimiento	El conocimiento es o verdadero o falso	El conocimiento es relativo
5	La velocidad del aprendizaje	La capacidad es fija: se aprende todo o nada	El aprendizaje como un proceso que despliega y es susceptible de mejora

Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo a la tabla 8.5, antes y después del estudio los docentes sostienen creencias epistemológicas que varían en complejidad. En principio, las puntuaciones medias (en una escala que va de 0 a 5 puntos) indican que no es posible distinguir para cada factor la creencia epistemológica dominante. Por consiguiente, la mayoría de los docentes encuestados no puntúan hacia alguna creencia epistemológica específica, sino que se ubican en un estadio intermedio entre las creencias más sencillas y las más elaboradas.

Resalta de la tabla 8.5 que uno de los docentes bajo observación (docente 7) obtuvo muy bajas puntuaciones en la encuesta, lo cual indica que concibe el conocimiento como relativo y no como absoluto, como un proceso que, además de ser complejo, se desprende en el tiempo y no se adquiere todo o nada. Asimismo, entiende que el aprendizaje es una habilidad que se desarrolla con el tiempo y no una capacidad fija con la que se nace.

En todo caso, las pruebas de diferencia de medias indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de un mismo factor antes y después de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. La tabla 8.6 resume la prueba de Wilcoxon de rangos con signo para la comparación de medias.

Tabla 8.6. Resultados de la prueba de Wilcoxon de rangos

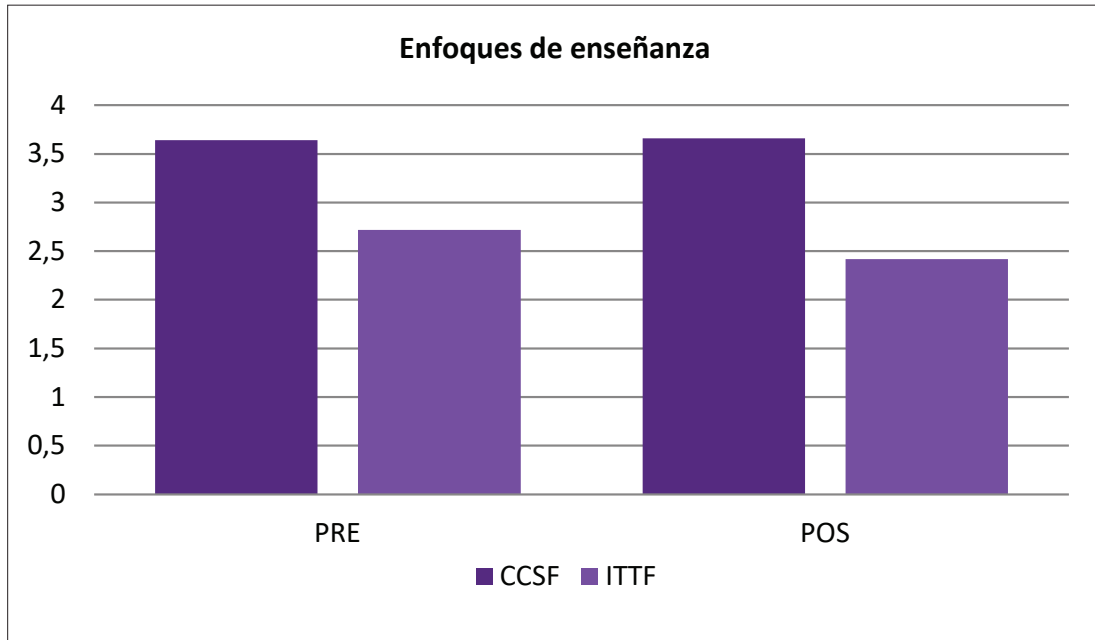
	POS_1 - PRE_1	POS_2 - PRE_2	POS_3 - PRE_3	POS_4 - PRE_4	POS_5 - PRE_5
Z	-0,848 ^b	-0,775 ^b	-1,876 ^c	-1,364 ^b	-1,378 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,396	0,438	0,061	0,172	0,168

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el único factor que sufrió cambios significativos durante el estudio fue el número 3 (Sig.: 0,061, a nivel de confianza del 90 %). El factor comprende las creencias epistemológicas relacionadas con la naturaleza del conocimiento, cuyas puntuaciones bajas apuntan a considerarlo una entidad cambiante y compleja, que se incrementa con el paso del tiempo y no meramente como una entidad fija y hasta contable. Los demás factores presentaron significancias mayores de 0,1, con lo cual terminan por indicar que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Enfoques de enseñanza

Los enfoques de enseñanza se agrupan en una dialéctica que va desde una enseñanza centrada en el profesor hacia la transmisión de información (ITTF) a una enseñanza centrada en el estudiante y dirigida al cambio conceptual (CCSF). La figura 8.1 señala la prevalencia de un enfoque CSSF, al inicio y final del estudio. Como se observa, no hubo mayor cambio en los enfoques de enseñanza del docente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.1. Comparativo de los resultados de los enfoques de los docentes de ingeniería en el pretest y el postest.

Para llegar a esta conclusión, se aplicó una prueba de diferencia de medias apropiada para muestras pequeñas. La prueba de rangos con signos de Wilcoxon permite trabajar sin asumir que las muestras por comparar se comportan de manera normal. Los p-valor en cada comparación demostraron la ausencia de cambios tanto en los enfoques CCSF (p-valor: 1,0) como en los enfoques ITTF (p-valor: 0,14), asumiendo niveles de confianza del 95 %. Cuando se analizaron los componentes de motivo y estrategia para cada caso, las comparaciones reflejaron también la ausencia de diferencias significativas en los pretest y postest de motivo y estrategia CCSF (p-valor: 0,78 y p-valor: 0,88) y de motivo y estrategia ITTF (p-valor: 0,81 y p-valor: 1,0).

Sumado a ello, el análisis del caso particular de cada docente reflejó que la intensidad del enfoque es baja para la mayoría de los casos. Es decir, si bien hay un predominio del enfoque CCSF sobre el enfoque ITTF, su intensidad no es muy alta. La tabla 8.7 resume los puntos de diferencia que deben haber en la sumatoria de puntuaciones de cada profesor y en función de los cuales se evaluó la intensidad del enfoque.

Tabla 8.7. Escala de intensidad de enfoque CCSF

Intensidad del enfoque	
Baja	0-11
Media	12-23
Alta	24-32

Fuente: Elaboración propia.

Así, para el caso de cada docente, la tabla 8.8 muestra que uno de ellos acentuó su enfoque de cambio conceptual (CCSF), mientras que otro pasó de un enfoque indefinido (intermedio) a uno CCSF y otro sufrió un cambio inverso en su enfoque de enseñanza, pasando de CCSF a uno indefinido.

Tabla 8.8. Intensidad de enfoque CCSF de los docentes de ingeniería

Sujetos	Intensidad de enfoque	
	Pretest	Posttest
Docente 1	16	21
Docente 2	0	5
Docente 3	9	5
Docente 4	16	8
Docente 5	-2	8
Docente 6	4	19
Docente 7	10	11
Docente 8	6	2

Fuente: Elaboración propia.

Metaanálisis

Para la realización del metaanálisis, se tomaron las conclusiones y recomendaciones hechas por los docentes en sus capítulos. Con cada uno de estos temas, se realizó una categorización de la que se da cuenta a continuación.

Conclusiones

En las conclusiones, se encontraron siete categorías compuestas, a su vez, por subcategorías como se describen a continuación.

Categoría creencias de los profesores. Esta categoría está compuesta por seis subcategorías, a saber: resolución de problemas del mundo real, rendimiento académico, aula como centro de aprendizaje, profesor como responsable del conocimiento, malos hábitos de estudio y escogencia de la carrera:

- Resolución de problemas del mundo real: los docentes anotaron que entre los estudiantes existe la creencia de que la ciencia es la que puede dar alcance y resolución de los problemas de su entorno. En general, consideran que afrontar la resolución de problemas en ingeniería mediante la estrategia de aprendizaje basado en problemas podría ayudar a los estudiantes a desarrollar un aprendizaje estratégico con resultados positivos en situaciones anteriores. Tal es el caso de los docentes de Ingeniería Civil y Mecánica que indican que sí hubo un impacto en la percepción de los estudiantes sobre su propia capacidad de resolver problemas y superar obstáculos.
- Rendimiento académico: la mayoría de los profesores piensa que el rendimiento académico depende de la confianza que tienen los estudiantes en sí mismos; además, consideran que a los estudiantes de este estudio les irá bien cursando ingeniería.
- Aula como centro de aprendizaje: al respecto, el docente de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica plantea que el aula es el primer espacio “*en el que los estudiantes comienzan a tener una clara idea sobre la carrera que escogieron, más allá de los preconceptos que traían antes de entrar en la universidad*”. El profesor de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Mecánica denota que en el aula los estudiantes se mostraron “*bastante interesados en comprender cada uno de los conceptos abordados en las actividades que se programaron desde el inicio del periodo académico*”.

- El profesor como responsable del conocimiento: esta creencia está muy arraigada en los docentes o denota que todavía el docente se sigue viendo como el eje central de la transmisión del conocimiento, mientras que los estudiantes son espectadores pasivos. Revisando las unidades de análisis de esta subcategoría, se encontró que dos de los docentes plantean que los estudiantes consideran que gran parte del interés depende de los profesores; otros dos profesores creen que depende de los profesores proyectar a los estudiantes como profesionales a la hora de considerar las clases; por último, un docente cree que acercar al estudiante al conocimiento que aporta depende de la motivación que genere el docente en sus clases.
- Malos hábitos de estudio: en forma unánime, los profesores indicaron que no están seguros de poder discernir qué tan buenos son los hábitos de estudio de sus estudiantes; creen haber percibido una buena capacidad para superar obstáculos en los estudiantes que se vería comprometida si sus hábitos de estudio no son los adecuados.
- Escogencia de la carrera: los docentes creen que la escogencia de una ingeniería como campo de estudio se podría deber a lo económico, o estar relacionado con la expectativa laboral y de remuneración futura, hasta aspectos como los avances de la tecnología y el impacto que pueden tener como ingenieros en la sociedad. Asimismo, el docente de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Eléctrica percibió un cambio de los estudiantes hacia la carrera *“que permitió un incremento en el compromiso hacia la asignatura”*. El profesor de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Civil indicó: *“Los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos les permitió tener un conocimiento más amplio en relación con las oportunidades que ofrece el programa de Ingeniería Civil, la importancia de la ética profesional en el mundo laboral y en definitiva apropiarse de lo que implica su carrera para la sociedad. También les ayudó a reconocer que haberla escogido se convierte en una gran responsabilidad para ellos, debido a que la ingeniería civil da soluciones a los problemas de la sociedad”*.

Categoría autoeficacia percibida. Esta categoría tiene una sola subcategoría, a saber: percepción de los estudiantes sobre sí mismos. Al respecto, el profesor de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Mecánica estableció que los estudiantes *“se sentían con las capacidades necesarias para comprender los temas abordados durante las clases y, así, obtener un buen desempeño en la asignatura”*. Los docentes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas indicaron que *“la mayoría de los estudiantes se percibían a sí mismos como autoeficaces, es decir, que se sentían con las capacidades*

necesarias para comprender los temas abordados durante las clases y, así, obtener un buen desempeño en la asignatura”. Por otro lado, el profesor de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Civil acotó que los estudiantes “*confirmaban su decisión inicial y que se reafirmaba su motivación y su percepción de autoeficacia, como herramientas para disminuir la deserción*”. Por último, las docentes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería Industrial manifiestan que “*Los resultados de autoeficacia concuerdan con lo indicado por Bain (2007) acerca de que los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos podrían estar relacionados con el fomento de la autoeficacia*”.

Categoría motivación. Esta categoría contiene dos subcategorías, motivación de los estudiantes y motivación de los profesores:

- Motivación de los estudiantes: esta primera subcategoría nos permite apreciar si los estudiantes se encontraron motivados como para continuar con el programa escogido. Al respecto, las docentes de la asignatura de Ingeniería Industrial indicaron que los resultados obtenidos “*favorecen la motivación de los estudiantes para continuar con sus estudios de Ingeniería Industrial*”. El profesor de la asignatura de Ingeniería Electrónica indicó que “*la motivación les permite visualizarse de mejor manera en el futuro profesional*”, mientras que el docente de la asignatura de Ingeniería Eléctrica anotó: “*Una vez los estudiantes ponen a prueba su pensamiento y se sienten motivados, los resultados de aprendizaje van a ser más satisfactorios que para aquellos estudiantes que no sienten interés por el curso*”.
- Motivación de los profesores: en esta subcategoría, se presentan las ideas de los profesores de continuar motivados en el trabajo con la metodología de creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. Al respecto, el profesor de la asignatura de Ingeniería Civil señaló que quería “*seguir trabajando en mejorar su quehacer pedagógico a través de la configuración de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos que permitan un aprendizaje profundo de los estudiantes*”. El docente de la asignatura de Ingeniería Mecánica indicó que quería “*extender la experiencia a otros cursos*”. Los docentes de la asignatura de Ingeniería de Sistemas, por su parte, anotaron estar tan comprometidos con la investigación de aula como para “*extender la investigación más semestres*”. El docente de la asignatura de Ingeniería Electrónica acotó que la metodología ambientes de aprendizaje naturalmente críticos “*permitió que el docente ajustara su metodología e innovara con clases prácticas en las que mostraba una relación de los contenidos con la vida profesional y laboral*”. Los profesores de la asigna-

tura de Ingeniería Industrial indicaron: “*La motivación de los profesores para seguir trabajando en mejorar su quehacer pedagógico a través de la configuración de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos que permitan un aprendizaje profundo de los estudiantes*”.

Categoría pensamiento creativo. Esta categoría tuvo una sola subcategoría, a saber: tipos de pensamiento creativo. En línea generales, en esta subcategoría predominó la clasificación del pensamiento creativo de los estudiantes como de tipo convergente y de nivel medio. Anotaron todos que los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos no influyeron en un aumento del pensamiento creativo de sus pupilos. También que el componente de flexibilidad fue medianamente significativo en las actividades para desarrollar pensamiento creativo, puesto que, “*en el proceso de construcción de las ideas, los estudiantes les fueron realizando ajustes y modificaciones a medida que consideraban mayores detalles*”.

Categoría desarrollo de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. Esta categoría está conformada por cinco subcategorías: preguntas e ideas retadoras, equivocaciones permitidas, resolución de problemas, dedicación de mayor cantidad del tiempo del docente y aprendizaje activo:

- Preguntas e ideas retadoras: los profesores están de acuerdo en que las preguntas e ideas retadoras como parte de la metodología de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos hacen que los estudiantes movilicen sus procesos de pensamiento y los incitan a que se cuestionen sus creencias e ideas, tal como lo corroboran los principios de Bain.
- Equivocaciones permitidas: a solo un docente le parece importante este principio de los ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. Al respecto, indicó: “*El permitir a los estudiantes especular y equivocarse para acercarse a las respuestas les da la posibilidad de probar, intentar, formular hipótesis y argumentar antes de llegar a la solución de un problema*”. Es decir, este docente pone de relieve que tal principio es una condición *sine qua non* de la subcategoría siguiente, que es la resolución de problemas.
- Resolución de problemas: todos los docentes estuvieron de acuerdo en que este tipo de estrategia de aprendizaje es básica e importante para el estudiante, puesto que lo ayuda a relacionar su conocimiento previo con la solución de problemas de las asignaturas. Al respecto, un docente de la asignatura de Ingeniería de Sistemas indicó: “*El planteamiento de problemas cotidianos favorece*

la exploración del problema y el planteamiento de soluciones porque se encuentran familiarizados con las situaciones presentadas”.

Recomendaciones

La categorización de las recomendaciones de los docentes arrojó tres categorías, a saber: aumento de horas de clase por semestre, estrategias de aprendizaje propuestas y cambios en la metodología de enseñanza-aprendizaje.

Categoría aumento de horas de clase por semestre. Esta categoría está compuesta por tres subcategorías: más horas para alcanzar objetivos, necesidad de un análisis comparativo de la asignatura en otras universidades y más horas para la creación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos:

- Más horas para alcanzar objetivos: en esta subcategoría, los docentes indican que se necesitan más horas de clase a la semana para alcanzar el objetivo de la asignatura, que consiste en introducir al estudiante al mundo de su ingeniería. Al respecto, un profesor señaló: *“Se evidenció por parte de los profesores y estudiantes que dieciséis horas al semestre para el curso no son suficientes para el logro de los objetivos, teniendo en cuenta que el contenido y las didácticas que se manejan son necesarias para su carrera y proyecto de vida”.* Otro docente comentó: *“Sería oportuno destinar más horas de clase al desarrollo de estas asignaturas para hacer mayor seguimiento y acompañamiento a los estudiantes durante la realización de los proyectos y actividades propuestas”.* Un tercer profesor anotó: *“La discusión fue la de aumentar en al menos una hora la dedicación del curso, con el fin de darles mayor oportunidad a los estudiantes, no solo de entender lo que hace el ingeniero sino de vivirlo a través de una experiencia de diseño y desarrollo completa”.* Un profesor acotó: *“Se presentaron ciertas dificultades, debido a que estas [las actividades del curso] demandaban más tiempo del que se tenía disponible. La asignatura de Introducción a la Ingeniería tiene una programación de una hora de clase semanal. A pesar de que los estudiantes y los docentes fueron muy comprometidos en la realización de cada una de las actividades de este proyecto, es claro que es necesario un ajuste de horas/semana de esta asignatura”.* Por último, un docente indicó: *“Se evidencia que para poder generar espacios que le den oportunidades al estudiante de especular, intentar, fracasar y recibir retroalimentación oportuna para avanzar en el mismo [problema] es importante tener más disposición de horas a la semana. Como esta es una restricción con la que trabajan los docentes, se debe gestionar más cantidad de monitores para que puedan apoyar*

de manera emocional, física e intelectual a los estudiantes de primer semestre en su trabajo independiente; además, de incluir una hora práctica para no influir en los créditos de la asignatura”.

- Necesidad de un análisis comparativo de la asignatura en otras universidades: algunos de los docentes estuvieron de acuerdo en que es necesario *“hacer un análisis comparativo minucioso relativo al enfoque y la duración de esta asignatura en las universidades líderes en ingeniería a nivel global, para que se rediseñe la asignatura acorde con las tendencias internacionales; es decir, para que en este espacio el futuro profesional tenga su primera experiencia de diseño en ingeniería”.*

Categoría estrategias de aprendizaje propuestas. Se hizo evidente que las estrategias de aprendizaje propuestas por los docentes para trabajar en esta asignatura y crear ambientes de aprendizaje naturalmente críticos fueron el aprendizaje basado en la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos, que son las subcategorías que se encontraron:

- Aprendizaje basado en la resolución problemas: varios de los profesores estuvieron de acuerdo en que esta estrategia de aprendizaje es necesaria en ingenierías. Al respecto, uno de ellos anotó: *“Esta es la estrategia que mejor se acopla a asignaturas básicas para este programa”.*
- Aprendizaje basado en proyectos: todos los profesores de la asignatura de Introducción a la Ingeniería estuvieron de acuerdo en que tal estrategia es necesaria para desarrollar asignaturas como esta. Al respecto, un docente indicó: *“Los proyectos ayudan a los estudiantes a basar su aprendizaje en algo real”.* Otro anotó: *“Los estudiantes relacionan los proyectos con la realidad del quehacer del ingeniero”.*

Categoría cambios en la metodología de enseñanza-aprendizaje. Esta categoría está conformada por dos subcategorías: aprendizaje activo y ambientes de aprendizaje naturalmente críticos:

- Aprendizaje activo: el aprendizaje activo fue la subcategoría más planteada debido a que los docentes se dieron cuenta de que ayuda a desarrollar el aprendizaje profundo de los estudiantes. Al respecto, un profesor indicó: *“Pesaba que los estudiantes en las clases demuestran desinterés; pero los resultados de los instrumentos aplicados y del grupo focal como medida en la mitad del curso mostraban algo totalmente diferente, pues todos indicaban estar motivados e intere-*

sados”. Otro docente anotó: “Se hizo evidente que, cuando se crean espacios de socialización que permitan a los estudiantes discutir entre ellos, poner a prueba sus capacidades de pensamiento y creatividad, el curso se convierte en una experiencia significativa para el estudiantado”. Otro ejemplo lo tenemos en lo que comentó este profesor: “Es importante continuar con una dinámica de clase que no se base en la mera explicación magistral, sino que también se presenten a los estudiantes otras formas de aprendizaje (estudios de caso, preguntas problema, discusiones grupales, etc.)”.

- Ambientes de aprendizaje naturalmente críticos: todos los docentes estuvieron de acuerdo en que la metodología para crear ambientes de aprendizaje naturalmente críticos es la apropiada para un mejor y más profundo aprendizaje de los estudiantes. Dos de los docentes hicieron estos comentarios: “De aprendizaje en ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, pues, aunque fue usado en algunos talleres, podría ser muy interesante ampliar su utilización, con el apoyo del CEDU y de expertos que asesoren al docente de este curso”. Y: “Es de notar que la literatura carece de estudios sobre la transformación completa de cursos bajo ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, y esta es entonces la primera en el área de ingeniería, por lo cual se sugiere seguir trabajando en el mejoramiento de la configuración de estos ambientes y la medición de su efecto en variables múltiples (psicológicas, pedagógicas, sociológicas, entre otras)”.

CONCLUSIONES

En este estudio con docentes de la asignatura de Introducción a la Ingeniería, se hizo evidente que, después de pasar por el programa Transformación de Curso ambientes de aprendizaje naturalmente críticos, no hubo cambios significativos en las creencias epistemológicas de la mayoría de los profesores, a diferencia de lo que descubrieron Rosman et al. (2017) en su estudio con estudiantes de ciencias. Por consiguiente, los docentes no puntúan hacia alguna creencia epistemológica específica, sino que se ubican en un estadio intermedio entre las creencias más sencillas y las más elaboradas; sin embargo, la excepción es el docente 7, que concibe el conocimiento como relativo y no como absoluto, en franca oposición a los resultados de los mencionados autores.

En cuanto a los enfoques de enseñanza, los docentes mantienen su orientación antes y después de configurar los ambientes de aprendizaje; se evidencia en general una intensidad del enfoque baja en la mayoría de los casos. Es decir, si bien hay

un predominio del enfoque de enseñanza centrada en el profesor hacia la transmisión de información (ITTF), hubo un mínimo de aproximación hacia el enfoque de enseñanza centrada en el estudiante y dirigida al cambio conceptual (CCSF). Ahora bien, se dieron tres excepciones a la regla en los docentes 1, 4 y 6. El docente 1 intensificó su enfoque de enseñanza hacia el cambio conceptual (CCSF) de manera evidente; el docente 6 pasó de un enfoque centrado en el profesor y en la transmisión de conocimientos a una intensidad de enfoque más cercano al cambio conceptual. Por otro lado, el docente 4 pasó de una intensidad de enfoque dirigida al cambio conceptual a una menor intensidad del enfoque centrado en el profesor y en la transmisión de conocimientos. Si asociamos lo expuesto con el metaanálisis realizado en las conclusiones de los profesores, nos daremos cuenta de que es evidente que las creencias de los docentes siguen fuertemente ligadas al docente como transmisor de conocimientos (categoría creencia de los profesores, subcategoría el profesor como responsable del conocimiento).

Los autores del capítulo presumen que se hubiera podido dar un cambio en el enfoque de enseñanza si la asignatura de Introducción a la Ingeniería tuviera más horas de clase (véase metaanálisis de recomendaciones, categoría aumento de horas de clase), ya que más adelante los profesores plantean que la metodología de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos necesita más tiempo (más horas de clase a la semana) para poder desarrollar el aprendizaje activo de los estudiantes (categoría cambios en la metodología de enseñanza aprendizaje). Lo anterior en franca consonancia con lo planteado por Bain (2007, 2012) en el capítulo 1.

Antes de comenzar el programa Transformación de Curso, el docente 4, del programa de Ingeniería Eléctrica, ya estaba utilizando la estrategia aprendizaje basado en proyectos (ABP); por otra parte, al finalizar el programa, siete docentes coincidieron en su respuesta de indicar que esta estrategia era la más apropiada para enseñar en este curso de ingeniería.

RECOMENDACIONES

Asignaturas como estas requieren de mucho más tiempo porque son vitales para la identificación de los estudiantes con sus escogencias profesionales, así como para que los profesores puedan desarrollar estrategias de aprendizaje profundo.

También es importante que docentes como estos, que se han dedicado a estudiar diversas técnicas y estrategias para favorecer el aprendizaje de sus estudiantes, no se

vean, de la noche a la mañana, con cambios de asignaturas sin importar la cantidad de tiempo y trabajo empleados en el desarrollo y seguimiento de sus estudiantes.

REFERENCIAS

- Bain, K. (2004). What makes great teachers great? *Chronicle of Higher Education*, 50(31), B7-B9.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad* (2.^a ed.). Valencia, España: Universidad de València.
- Bain, K. (2012). *Natural critical learning environment*. Best Teachers Institute.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid, España: Narcea.
- Botella Ausina, J. y Gamarra D'Errico, H. (2006). El metaanálisis: una metodología de nuestro tiempo. *InfocopOnline*. Recuperado de http://www.infocop.es/view_article.asp?id=843
- Botella Ausina, J. y Sánchez Meca, J. (2015). *Metaanálisis en ciencias sociales y de la salud*. Madrid, España: Síntesis.
- Cañada Pujols, M. D. (2012). Enfoque docente de la enseñanza y el aprendizaje de los profesores universitarios y usos educativos de las TIC. *Revista Educación*, 359, 388-412.
- De Castro, A. y Martínez, A. (2015). Aprendizajes de la investigación de aula: un metaanálisis cualitativo sobre laboratorios pedagógicos. En A. de Castro y A. Martínez (Eds.), *Aulas develadas 1: La práctica con investigación se cambia* (pp. 151-156). Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
- De Cruz, H. & De Smedt, J. (2012). Evolved cognitive biases and the epistemic status of scientific beliefs. *Philosophical Studies*, 157(3), 411-429.
- Farrell, L., Cochrane, A. & McHugh, L. (2015). Exploring attitudes towards gender and science: The advantages of an IRAP approach versus the IAT. *Journal of Contextual Behavioral Science*, 4(2), 121-128.
- Hernández Pina, F. y Arán Jara, A. (2012). Enfoques de aprendizaje y metodologías de enseñanza en la universidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 3(60). Recuperado de www.rieoei.org/deloslectores/4878Hdez.pdf
- Hernández Pina, F., Maquilón Sánchez, J. J. y Monroy Hernández, F. (2012). Estudio de los enfoques de enseñanza en profesorado de educación primaria. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(1), 61-77.

- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M. & Ulriksen, L. (2014). To choose or not to choose science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186-215.
- Huang, K., Ge, X. & Eseryel, D. (2017). Metaconceptually-enhanced simulation-based inquiry: effects on eighth grade students' conceptual change and science epistemic beliefs. *Educational Technology Research and Development*, 65(1), 75-100.
- Meltzoff, J. (2000). *Crítica a la investigación: psicología y campos afines*. Madrid, España: Alianza.
- Monroy, F., Hernández Pina, F. y Martínez Clares, P. (2014). Enfoques de enseñanza de estudiantes en formación pedagógica: un estudio exploratorio. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 25(3), 90-105.
- Pérez Cabaní, M. L. (1999). El aprendizaje escolar desde el punto de vista del alumno: los enfoques de aprendizaje. En C. Coll Salvador, Á. Marchesi Ullastres y J. Palacios (Comps.), *Desarrollo psicológico y educación. Vol. 2: Psicología de la educación escolar* (pp. 285-308). Madrid, España: Alianza.
- Richter, T. & Schmid, S. (2010). Epistemological beliefs and epistemic strategies in self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 5(1), 47-65.
- Rosman, T., Mayer, A. K., Kerwer, M. & Krampen, G. (2017). The differential development of epistemic beliefs in psychology and computer science students: A four-wave longitudinal study. *Learning and Instruction*, 49, 166-177.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504.
- Schraw, G., Bendixen, L. D. & Dunkle, M. E. (2002). Development and validation of the Epistemic Belief Inventory (EBI). En B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 261-275). Mahwah, EE. UU.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Trevors, G. & Muis, K. R. (2015). Effects of text structure, reading goals and epistemic beliefs on conceptual change. *Journal of Research in Reading*, 38(4), 361-386. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12031>
- Trigwell, K. & Prosser, M. (2004). Development and use of the approaches to teaching inventory. *Educational Psychology Review*, 16(4), 409-424.
- Tsai, C. C., Ho, H. N. J., Liang, J. C. & Lin, H. M. (2011). Scientific epistemic beliefs, conceptions of learning science and self-efficacy of learning science among high school students. *Learning and Instruction*, 21(6), 757-769.

Welch, A. & Ray, C. (2012). A preliminary report of the psychometric properties of the Epistemic Beliefs Inventory. *The European Journal of Social & Behavioural Sciences*, 2, 278-303. <http://doi.org/10.15405/>

Yang, F. Y., Chang, C. C., Chen, L. L. & Chen, Y. C. (2016). Exploring learners' beliefs about science reading and scientific epistemic beliefs, and their relations with science text understanding. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1591-1606. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2016.1200763>

AUTORES

KEN BAIN

Es historiador y educador, PhD de la Universidad de Texas. Fundador de Center for Teaching Excellence en la Universidad de Nueva York, Searle Center for Teaching Excellence en la Universidad de Northwestern, Center for Teaching en la Universidad de Vanderbilt y Research Academy for University Learning en la Universidad de Montclair. Presidente del Best Teachers Institute. Autor del *best seller* *Lo que hacen los mejores profesores universitarios* (2006).

ADELA DE CASTRO

Es licenciada en Educación con Especialización en Lenguas Modernas por la Universidad de La Salle, magíster en Logopedia y Terapia del Lenguaje por el Centro Médico de Ciencias del Lenguaje de Madrid y magíster en Formación de Profesores de Español como Lengua Extranjera por la Universidad de León. Docente-investigadora del Departamento de Español de la Universidad del Norte y editora del Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la misma universidad.

DICK GUERRA FLOREZ

Es psicólogo por la Universidad del Norte, maestrando en Estadística. Asistente de investigación de aula del Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte. Coinvestigador en diferentes investigaciones del área de la docencia universitaria.

JOSÉ DANIEL SOTO ORTIZ

Es ingeniero electricista y magíster en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Técnica Georgiana. Profesor-investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Norte. Trabaja activamente en el Grupo de Investigación de Sistemas Eléctricos de Potencia (GISEL). Es miembro sénior del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

LESME ANTONIO CORREDOR MARTÍNEZ

Es ingeniero mecánico por la Universidad del Norte y doctor en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid. Profesor de tiempo completo del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Norte. Es miembro activo del grupo de investigación en Uso Racional de la Energía y Preservación del Medio Ambiente (A1) e investigador sénior de Colciencias.

KARLA JUDITH DE LA HOZ DEL VILLAR

Es licenciada en Pedagogía Infantil por la Universidad del Norte, estudiante de Psicología de la misma universidad y normalista superior de la Institución Educativa Escuela Normal Superior Nuestra Señora de Fátima. Ha trabajado como asistente de investigación en Inpsicon Ltda. y en el Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte. Asistente académico por competencias del proyecto “Más allá de la excelencia”, coordinado por la Universidad del Norte y la Secretaría de Educación de Barranquilla.

JUAN PABLO TELLO PORTILLO

Es ingeniero electrónico por la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, magíster en Ingeniería, área Automatización Industrial, por la misma universidad, y doctorando en Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad del Norte. Profesor asistente, vinculado al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la misma universidad.

JAVIER MAURICIO KLEBER ESPINOSA

Es psicólogo por la Universidad del Norte. Asistente de investigación de aula y asesor para el uso de tecnologías para el aprendizaje del Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte. Actualmente, trabaja en políticas curriculares y formación integral en la Dirección de Calidad y Proyectos Académicos de la misma universidad.

CARLOS ALBEIRO PACHECO BUSTOS

Es ingeniero civil por la Universidad Nacional de Colombia, magíster en procesos de ingeniería ambiental para el tratamiento y gestión de los residuos sólidos, el tratamiento de aguas residuales y el manejo de la calidad del aire por la Universität Stuttgart, y doctor en Ingeniería por la misma universidad. Docente-investigador del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad del Norte. Coordinador de la Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad del Norte.

CARLOS JULIO ARDILA HERNÁNDEZ

Es licenciado en Matemática y Física por la Universidad del Atlántico, ingeniero de Sistemas y Computación por la Universidad del Norte, especialista en Matemáticas y magíster en Ingeniería Industrial por la misma universidad. Profesor asistente del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte.

AUGUSTO SALAZAR SILVA

Es ingeniero de Sistemas por la Universidad del Norte y magíster en Ciencias de la Computación por la National Chiao Tung University. Profesor del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte.

PEDRO WIGHTMAN ROJAS

Es ingeniero de Sistemas por la Universidad del Norte y magíster y doctor en Ciencias de la Computación por la Universidad del Sur de la Florida. Profesor asociado, investigador y actual director del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte.

ANDRÉS ENRIQUE FERNÁNDEZ MUNÁRRIZ

Es psicólogo por la Universidad del Norte y maestrando en Psicología Investigativa en la misma universidad. Joven investigador de Colciencias. Asistente de investigación de aula del Centro para la Excelencia Docente (CEDU) y del Instituto de Estudios de Educación de la Universidad del Norte. Asistente académico del Diplomado para Docentes en el proyecto “Más allá de la excelencia”, coordinado por la Universidad del Norte y la Secretaría de Educación de Barranquilla.

KATHERIN PAOLA LUGO HIDROBO

Es estudiante de décimo semestre de Psicología y primer semestre de la Maestría en Psicología con profundización en Clínica en la Universidad del Norte. Ha trabajado como asistente de investigación de aula en el Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la Universidad del Norte, además se ha desempeñado como técnico en Administración de Archivos del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Actualmente, se encuentra haciendo sus prácticas profesionales en el área de la psicología clínica en la Clínica Psiquiátrica Resurgir.

GUSTAVO ADOLFO ESPITIA

Es ingeniero electricista y especialista en Redes de Computadores por la Universidad del Norte. Docente de tiempo completo de la misma universidad. Miembro del Comité 130 Transformadores eléctricos de Icontec, en el que ha participado en la actualización de varias normas técnicas nacionales. Actualmente, trabaja en los proyectos de Transformación de Aula para Introducción a la Ingeniería Eléctrica y de Desarrollo del Pensamiento Crítico en la asignatura de Energía, Medio Ambiente y Sociedad.

NELSON ESTEBAN RUIZ MARTÍNEZ

Es estudiante de octavo semestre del programa de Ingeniería Eléctrica en la Universidad del Norte. Ha trabajado como asistente de investigación de aula en el Centro para la Excelencia Docente (CEDU) en la misma universidad, además se ha desempeñado como tutor mentor, tutor de grupo de estudio y monitor de diferentes materias del programa de Ingeniería Eléctrica con el Centro de Recursos para el Éxito Estudiantil (CREE) de la misma universidad.

KATHERINE SOFÍA PALACIO SALGAR

Es ingeniera industrial y magíster en Ingeniería Industrial por la Universidad del Norte, y doctora en Gestión de Ingeniería por la Old Dominion University con énfasis en gestión del conocimiento. Docente-investigador del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte. Sus intereses en investigación se centran en educación en ingeniería y gestión del conocimiento y de la información en el área de la salud.

MILDRED DOMÍNGUEZ SANTIAGO

Es ingeniera electricista y especialista en Mercadeo por la Universidad del Norte, y magíster y doctora en Dirección de Empresas por la Universidad de València. Docente de tiempo completo del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte.

KARLA VANESSA RICAURTE VILLALOBOS

Es psicóloga por la Universidad del Norte. Ha trabajado en el Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la misma universidad como asistente de investigación y actualmente se encuentra vinculada como asistente de la Unidad de Formación Pedagógica Docente de la misma universidad.

ANDREA CAROLINA DÁES COLÓN

Es estudiante de último semestre de Psicología en la Universidad del Norte. Ha trabajado como asistente de investigación de aula en el Centro para la Excelencia Docente (CEDU) y como asesora en la búsqueda de bases de datos y textos académicos en el Centro de Recursos para el Éxito Estudiantil (CREE) de la misma universidad. Actualmente, está realizando sus prácticas profesionales en el área clínica dentro de la comunidad de reeducación de adictos Hogar CREA la Finca.

EULISES DOMÍNGUEZ

Es psicólogo y magíster en Psicología por la Universidad del Norte. Jefe del Centro para la Excelencia Docente (CEDU) de la misma universidad. Experto en educación mediada con TIC e instrumentos de investigación.



Este quinto libro de la colección “Transformar para Educar”, –producto de las investigaciones de aula adelantadas por docentes de la Universidad del Norte, con el apoyo del Centro para la Excelencia Docente (CEDU), en el marco del programa Transformación de curso–, busca difundir innovaciones en la práctica pedagógica, con el fin de mejorar las experiencias educativas de los estudiantes con base en la implementación de ambientes de aprendizaje naturalmente críticos. Son críticos porque los estudiantes razonan con sus propios argumentos y naturales porque se da de manera espontánea.

Contiene nueve capítulos que recopilan las experiencias realizadas por los docentes del área de introducción a la Ingeniería. Confiamos en que los hallazgos que aquí se presentan sean de interés para los lectores y puedan ser compartidos de manera amplia entre distintos públicos.