

Seminario de Complejidad

IIND-4305

Semestre 2020 - 1

¿Quiénes?

Ustedes y...

Felipe Montes Jiménez
Sofía Baquero Urquijo

fel-mont@uniandes.edu.co
sdc.baquero10@uniandes.edu.co

¿Cuándo?

Jueves: 2:00 pm – 5:00 pm

¿Dónde?

SD_203

SD_204

¿Qué es?

Vivimos en una sociedad que está conectada. Día a día interactuamos con diferentes personas en entornos cambiantes haciendo que la información llegue rápidamente a más gente y, sin darnos cuenta, comenzamos a ser partícipes de estos fenómenos. Para entender lo que está pasando debemos salir del paradigma de lo proporcional para entrar en un mundo donde el todo es mayor que la suma de sus partes y las conexiones entre los individuos cobran tanta o más importancia como estos mismos. Las ciencias de la complejidad han desarrollado herramientas eficientes para explicar y modelar éstos fenómenos.

Este curso es un seminario donde se busca que los estudiantes exploren mecanismos y modelos computacionales simples utilizando el paradigma de la complejidad. Así, los estudiantes tendrán herramientas para la interpretación y la intervención de sistemas complejos relevantes para la solución de problemas, especialmente en Colombia.

¿Cómo se participa?

El curso se desarrolla a través de las siguientes actividades:

Individuales

- Preparación de lecturas y videos para las clases.
- Participación en talleres y en las conferencias conducidas por el profesor del curso y los conferencistas invitados.

Grupales

- Talleres de aplicaciones computacionales.
- Realización de un proyecto de aplicación final.
- Diseño e implementación de juegos para el curso.
- Presentaciones de las lecturas asignadas para el curso.

¿Cómo se organiza el curso?

Topología de la red del curso: Icosaedro¹

Un icosaedro es un poliedro de 20 caras, 12 vértices y 30 aristas.

Cada estudiante estará representado por una arista del icosaedro, es decir dos letras.

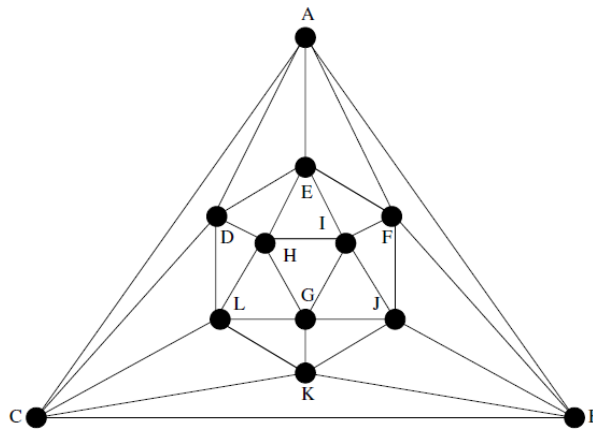


Figura 1: Representación Planar del Icosaedro. Los vértices están marcados con las letras de A a la L.

Existen **3 tipos** de grupos a los que pertenece cada arista (estudiante):

1. En el icosaedro, cada vértice pertenece a cinco aristas diferentes. Es decir que cada arista pertenece a **dos grupos** diferentes cada uno conformado por cinco aristas que comparten el mismo vértice. Por lo tanto, cada estudiante tendrá **dos grupos** asociados a cada uno de los vértices de su arista.

¹Bermeo, J. (2010). El juego como una metodología para observar el observador. Universidad de los Andes, Colombia.

Cada vértice tendrá asociado un modelo de las ciencias de la complejidad. Cada grupo de estudiantes asociado a un vértice, según una lista de problemas, deberá desarrollar una propuesta innovadora al desarrollo de la problemática seleccionada utilizando el modelo de su vértice. Para esto, el grupo deberá identificar un problema, nombrar el sistema de estudio, plantear una hipótesis, modelar el sistema y simular su comportamiento futuro para validar la hipótesis (ver sección proyecto de aplicación).

Adicional a lo anterior, a lo largo del semestre cada vértice estará encargado de exponer en clase un capítulo de las lecturas asignadas para el curso en la semana que corresponda (Tabla 6).

2. Cada arista hace parte de una base ortogonal. Hay cinco bases ortogonales en el icosaedro (Figura 2). Cada base ortogonal, diseñará e implementará un juego cuyos participantes serán los demás miembros del curso. Esta actividad tendrá tres iteraciones a lo largo del semestre en las cuales se espera que el juego vaya siendo perfeccionado reflejando así el aprendizaje y la comprensión del tema propuesto (ver sección diseño de juegos para el curso).

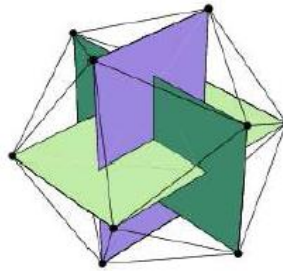


Figura 2: Base ortogonal. Conformado por la intersección de tres rectángulos áureos

3. Cada arista hace parte de una cara. Los grupos que se forman debido a las caras, corresponderán a los grupos de los talleres computacionales. Habrá dos talleres a lo largo del semestre. Se espera que en estos talleres el grupo refleje su aprendizaje y comprensión de los temas del curso haciendo uso de sus habilidades de programación.

Calificación

Las actividades del curso que serán calificadas son: quices de lectura (individual), desarrollo de talleres computacionales, presentaciones (vértices), el proyecto de aplicación (vértices) y la presentación de juegos (bases ortogonales). En el caso del proyecto y la presentación de juegos, la nota de cada grupo será calculada con base en la calificación de los estudiantes participantes, el grupo de profesores y una autoevaluación. Se debe tener en cuenta que la ausencia injustificada a una de las clases será penalizada con cero en la nota de la actividad y no habrá lugar a reposición. Las únicas excusas válidas son las estipuladas por la universidad en el reglamento de

estudiantes. La tabla 1 resume las actividades y los pesos asociados a cada una. En la tabla 2 se resumen los rangos de las calificaciones según la nota obtenida.

Actividad	Cantidad	Total (%)	NOTA	CALIFICACIÓN
Quices de lectura	10	10%	(4,75 – 5,00]	5
Talleres computacionales	2	20%	(4,25 – 4,75]	4.5
Proyecto vértices (Iteración1: 3%, Iteración2: 5%, Iteración 3: 7%)	2	30%	(3,75 – 4,25]	4
Lecturas vértices	2	20%	(3,25 – 3,75]	3.5
Juegos bases ortogonales (Iteración1: 5%, Iteración2: 5%, Iteración 3: 10%)	1	20%	[3 – 3,25]	3
			(2,25 – 3)	2.5
			(1,75 – 2,25]	2
			(0 – 1,75]	1.5
Total		100%		

Tabla 1 Puntajes de calificación

Tabla 2 Rangos de puntos para el cálculo de la nota final

Diseño de juegos para el curso

El diseño de juegos se lleva a cabo con el fin de permitir la comprensión práctica de una propiedad emergente. Para esto, a cada base ortogonal se le asignará una propiedad emergente (ver tabla 3). Se espera que mediante el juego los estudiantes indaguen sobre las reglas de interacción del sistema que puedan conducir a dicha propiedad.

En la fecha que le corresponda, cada grupo deberá llevar a cabo la implementación de un juego que corresponda a las propiedades asignadas (30 minutos como máximo). Al final de la actividad, durante 5 minutos, cada grupo diseñador será evaluado por: 1) los estudiantes que participaron en el juego (30%), 2) por el equipo docente (40%) y 3) mediante una autoevaluación realizada al grupo diseñador (30%). Cada base ortogonal deberá realizar 3 iteraciones del juego a lo largo del semestre (ver cronograma de actividades). Para apoyar el desarrollo del juego, los grupos deberán considerar lecturas complementarias relacionadas con su dinámica asignada.

Una semana antes de que el grupo diseñador realice su actividad, deberá enviar al equipo docente un esquema del juego que desea realizar en la clase. Esto con el objetivo de recibir realimentación sobre la propuesta de juego. La pre entrega del juego no tiene calificación, pero es un requisito obligatorio para ser diseñador. Al iniciar la actividad, el grupo encargado deberá haber subido al grupo de Facebook un documento con el esquema del juego propuesto que contenga al menos las reglas asociadas al mismo. El esquema del juego deberá realizarse usando la plantilla disponible en Sicua.

En cada iteración, se espera que los grupos diseñadores cumplan con lo siguiente:

- Primera Iteración: se espera un juego que ejemplifique la propiedad emergente asignada y la explicación e implementación de los diferentes tipos de reglas. Al

final del juego es deber de cada grupo tomar en consideración la realimentación recibida por los estudiantes y el equipo docente.

- Segunda Iteración: se espera que el grupo diseñador haya tomado en cuenta las recomendaciones recibidas en la iteración anterior y se introduzcan modificaciones al juego. El objetivo es que el juego sea más sofisticado para esta iteración. Al finalizar la iteración se realiza un análisis comparativo de los resultados del juego con respecto a la primera iteración. Al final del juego es deber de cada grupo tomar en consideración la realimentación recibida por los estudiantes y el equipo docente.
- Tercera iteración: los grupos competirán en un concurso donde se determinará cuál fue el mejor juego del semestre. Para esto, cada base ortogonal deberá tener la versión final de su juego que permita que éste sea jugado por cualquier individuo o grupo de individuos. Al finalizar la iteración, el público seleccionará el mejor juego y este obtendrá una bonificación.

Tabla 3 Temas asignados a las bases del icosaedro

Base	Tema asignado
I	Diversidad
II	Adaptabilidad
III	Auto organización
IV	Entropía
V	Patrones emergentes

Conferencias

Las conferencias serán realizadas por el grupo de profesores o por conferencistas invitados. Estos espacios están pensados para que se profundice sobre los temas vistos en los talleres computacionales y sea un espacio de solución de preguntas sobre los temas tratados (ver cronograma de actividades).

Talleres en clase

Los talleres en clase están pensados como herramienta de refuerzo para los temas tratados en los talleres computacionales. Cada taller será desarrollado por el grupo de profesores y deberá realizarse en grupos elegidos por los estudiantes.

Quices de lecturas

El quiz de lectura es una comprobación escrita sobre las lecturas asignadas de la semana y de los temas de las presentaciones realizadas en la semana previa. Se realizará en los primeros 15 minutos de cada clase y es de carácter individual. En las semanas en que haya presentación de lectura por parte de los vértices, cada grupo será el encargado de preparar el quiz correspondiente y deberá enviarlo una semana antes al equipo de docentes.

Proyecto de aplicación

El proyecto de aplicación consiste en el desarrollo de una propuesta de solución a una temática enmarcada dentro los 8 focos estratégicos de la Misión de Sabios. (Figura 3) y que aborde una problemática regional en Colombia.

Figura 3. Focos estratégicos de la Misión de Sabios



Al inicio del seminario, cada grupo (vértice) deberá elegir uno de los focos estratégicos de la Misión de Sabios y desarrollar una estrategia de solución para responder a los desafíos productivos y sociales de una región colombiana particular asignada según la Tabla 4. Se espera que dicha solución sea escalable, replicable y sostenible e implemente el modelo asignado (Tabla 4). A lo largo del semestre, se realizarán tres presentaciones. En cada una se deberán mostrar los avances realizados.

Tabla 4 Modelos asignados a los vértices del icosaedro y lecturas obligatorias

Vértice	Modelo asignado	Región asignada	Lecturas a presentar
A	Autómatas celulares	Región Caribe	[1] caps. 15 y 16
B	Algoritmos genéticos	Región Pacífica	[1] cap. 20 y [4]
C	Procesos evolutivos	Región Andina	[2] cap. 5
D	Teoría de juegos	Región Amazónica	[1] cap. 17 y [5] cap. 2
E	Caos y Fractales	Región Insular	[1] caps. 5, 8, 10 y 12
F	Scaling	Región Orinoquía	[2] cap. 3,[3] cap. 2,[6],[I]
G	Modelos multiagentes	Región Caribe	[1] cap. 16 y [7]
H	Modelos metapoblacionales	Región Pacífica	[8], [9], [10]
I	Contagios en redes	Región Andina	[11] caps. 1, 9 y 10
J	Dinámica de Sistemas	Región Amazónica	[12] cap. 1, [13] y [14]

K	Lógica difusa	Región Insular	[15] págs. (1-15), (79-99) y (337-351)
L	Teoría de la información	Región Orinoquia	[16] cap. 1, 2 y 3

En cada iteración del icosaedro cada estudiante desempeñará 2 veces cada uno de los 3 roles mostrados y sus respectivas tareas por iteración:

Tabla 6 Tareas de cada rol por iteración

	Diseñador	Crítico	Tensor
Iteración I	<u>Presentación del problema:</u> En 15 minutos deben exponer el problema y las bases de datos disponibles.	<u>Discusión:</u> En 10 minutos deben decirles a los diseñadores: 1. Su evaluación sobre la interacción del grupo 2. Su evaluación sobre el contenido del trabajo 3. Sus recomendaciones	<u>Evaluación:</u> Evaluar el desempeño de la interacción entre diseñador y crítico.
Iteración II	<u>Presentación de la solución:</u> En 20 minutos deben exponer una propuesta de solución al problema.	<u>Discusión:</u> En 10 minutos deben decirles a los diseñadores: 1. Su evaluación sobre la interacción del grupo 2. Su evaluación sobre el contenido del trabajo 3. Sus recomendaciones	<u>Evaluación:</u> Evaluar el desempeño de la interacción entre diseñador y crítico.
Iteración III	<u>Presentación de la implementación:</u> En 20 minutos deben mostrar la implementación, correcciones y resultados de la propuesta de solución.	<u>Discusión:</u> En 10 minutos deben decirles a los diseñadores: 1. Su evaluación sobre la interacción del grupo 2. Su evaluación sobre el contenido del trabajo 3. Sus recomendaciones	<u>Evaluación:</u> Evaluar el desempeño de la interacción entre diseñador y crítico.

Presentación de lecturas asignadas

A lo largo del semestre cada vértice deberá llevar a cabo la presentación de las lecturas asignadas para la semana que corresponda. Lo anterior, con el fin de permitir la comprensión teórica de los temas del curso.

En la fecha que corresponda presentar, cada vértice deberá desarrollar una presentación por medio de la cual se explique y se resuma (en máximo 30 minutos) la lectura que le corresponda (tabla 7). Adicionalmente, cada grupo estará encargado de diseñar el quiz que corresponde a la semana en la cual presenta el capítulo asignado. El lunes antes de presentar la lectura cada grupo deberá enviar el quiz al equipo docente para obtener una realimentación del mismo. La pre entrega del quiz no tiene calificación, pero es un requisito indispensable para ser presentador. En caso de no realizar el envío, la nota de la presentación se penalizará.

Tabla 7 Lecturas asignadas a cada vértice

Vértice	Modelo asignado	Lecturas asignadas
A	Autómatas celulares	[1] caps. 15 y 16
B	Algoritmos genéticos	[1] cap. 20 y [4]
C	Procesos evolutivos	[2] cap. 5
D	Teoría de juegos	[1] cap. 17 y [5] cap. 2
E	Caos y Fractales	[1] caps. 5, 8, 10 y 12
F	Scaling	[2] cap. 3,[3] cap. 2, [6],[1]
G	Modelos multiagentes	[1] cap. 16 y [7]
H	Modelos metapoblacionales	[8], [9], [10]
I	Contagios en redes	[11] caps. 1, 9 y 10
J	Dinámica de Sistemas	[12] cap. 1, [13] y [14]
K	Lógica difusa	[15] págs. (1-15), (79-99) y (337-351)
L	Teoría de la información	[16] cap. 1, 2 y 3

Cronograma de actividades

Fecha	Actividad propuesta	Lecturas asignadas
Semana 1 (Ene 23)	Presentación del programa del curso.	[3] cap 1 y [B]
Semana 2 (Ene 30)	Quiz 1. Clase sistemas complejos, Bavelas y Reglas del juego	[3] cap 2 y 3
Semana 3 (Feb 6)	Quiz 2. Clase Magistral + Taller computacional en clase	[3] cap 4 y [G]
Semana 4 (Feb 13)	Quiz 3. Lecturas Vértices A y B (90 min) + Taller Netlogo (90 min)	-
Semana 5 (Feb 20)	Quiz 4. Lecturas Vértices G y H (90 min) + Taller Netlogo (90 min)	-
Semana 6 (Feb 27)	Proyecto vértices 1 iteración	-
Semana 7 (Mar 5)	Quiz 5. Lecturas Vértices C y D (90 min) + Taller Netlogo (90 min) Entrega Taller Computacional 1	-
Semana 8* (Mar 12)	Quiz 6. Juegos bases ortogonales I, II, III, IV y V 1 iteración	[3] cap 5, 6 y [D]
Semana 9 (Mar 19)	Semana de Receso	
Semana 10 (Mar 26)	Quiz 7. Juegos bases ortogonales I, II, III, IV y V 2 iteración	[3] cap 7, 8
Semana 11 (Abr 2)	Quiz 8. Lecturas Vértices I y J (90 min) + Taller Netlogo (90 min)	-
Semana 12 (Abr 9)	Día Festivo	
Semana 13 (Abr 16)	Quiz 9. Lecturas Vértices E y F (90 min) + Clase Magistral	-
Semana 14 (Abr 23)	Proyecto vértices - Iteración 2	-
Semana 15 (Abr 30)	Quiz 10. Lecturas Vértices K y L (90 min) + Taller Netlogo (90 min)	-
Semana 16 (May 7)	Clase magistral Entrega Taller Computacional 2	[3] cap 9,10 y [A]
Semana 17 (May 14)	Clase magistral	
Semana 18 (May 21)	Proyecto vértices 3 iteración	[3] cap 11,12 [C] y [E]
Exámenes finales (May 26 – Jun 04)	Juegos bases ortogonales I, II, III, IV y V 3 iteración	

*Marzo 13: Fecha límite de entrega del 30% de la nota.

Bibliografía

- [1] Flake, G. W. (1998). *The Computational Beauty of Nature*. MIT Press.
- [2] Thurner, S. Hanel, R. Klimek, P. (2018). *Introduction to the Theory of Complex Systems*. Oxford University Press.
- [3] Johnson, N. F. (2009). *Simply Complexity*. Oneworld Publications.
- [4] Juan Pablo Calderón, Roberto Zarama. How Learning Affects the Evolution of Strong Reciprocity. *Adaptive Behavior* 14(3): 211-221 (2006)
- [5] Axelrod, R. 1984. *The Evolution of Cooperation*. Basics Books.
- [6] Bettencourt, L. M. A., Lobo, L., Helbing, D., Kühnert, C. and West, G. B. (2007). Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. *PNAS* April 24, 2007 104 (17) 7301-7306; <https://doi.org/10.1073/pnas.0610172104>
- [7] Eguiluz, VM and MG Zimmermann. (2000). "Transmission of information and herd behavior: An application to financial markets." *PHYSICAL REVIEW LETTERS* 85 (26, Part 1):5659–5662
- [8] Colizza, V., Pastor-Satorras, R., Vespignani, A. (2007). Reaction–diffusion processes and metapopulation models in heterogeneous networks. *Nature Physics* 3: 276–282
- [9] Colizza, V., Vespignani A., Epidemic modeling in metapopulation systems with heterogeneous coupling pattern: Theory and simulations. *Journal of Theoretical Biology* 251 (3): 450-467
- [10] Balcan, D., Colizza, V., Gonçalves, V., Hu, H., Ramasco J.J., Vespignani, A. (2009). Multiscale mobility networks and the spatial spreading of infectious diseases. *Proceedings of the National Academy of Science* 106 (51): 21484-21489
- [11] Barrat, A, Barthélemy, M, Vespignani, A. (2010). *Dynamical Processes on Complex Networks*. Cambridge University Press.
- [12] Sterman, J. (2000). *Business Dynamics. System Thinking and Modeling for a Complex World*. Irwin-McGraw-Hill: Boston
- [13] Richardson, G. (2009). System Dynamics, The Basic Elements of. In: Meyers, R. (Ed.) *Encyclopedia of Complexity and System Science*. New York:Springer, Vol. 9: 8967-8974
- [14] Olaya, C. (2010). Model-Based Lawmaking and the Curious Case of the Colombian Criminal Justice System. *Kybernetes*, Vol. 39, 1678 - 1700.
- [16] Stone, J. (2015). *Information Theory A Tutorial Introduction*. Sebtel Press.

Lecturas Complementarias

[17] Felipe Montes, Roberto C Jimenez, Jukka-Pekka Onnela; Connected but segregated: social networks in rural villages, *Journal of Complex Networks*, Volume 6, Issue 5, 1 October 2018, Pages 693–705, <https://doi.org/10.1093/comnet/cnx054>

[18] Uffe B. Kjaerulff, Anders L Madnse. (2008) *Bayesian Networks and Influence Diagrams: A Guide to Construction and Analysis*. Springer

[19] Newman, M. (2003). *The Structure and function of complex networks*.

[20] Wang, P, Ruan, Da, Kerre, E. *Fuzzy Logic A Spectrum of Theoretical & Practical Issues*

Videos TED Talks

[A] Nicholas Christakis: how social networks can predict epidemics. http://www.ted.com/talks/lang/en/nicholas_christakis_how_social_networks_predict_epidemics.html

[B] Eric Berlow: How complexity leads to simplicity http://www.ted.com/talks/lang/en/eric_berlow_how_complexity_leads_to_simplicity.html

[C] Tim Harford: Trial, error and the God Complex. http://www.ted.com/talks/tim_harford.html

[D] Nicholas Christakis: The hidden influence of social networks. http://www.ted.com/talks/lang/en/nicholas_christakis_the_hidden_influence_of_social_networks.html

[E] Hans Rosling: Global Population Growth http://www.ted.com/talks/hans_rosling_on_global_population_growth.html

[F] Stephen Wolfram: Computing a theory of all knowledge https://www.ted.com/talks/stephen_wolfram_computing_a_theory_of_everything

[G] Colin Camerer: When you're making a deal, what's going on in your brain? https://www.ted.com/talks/colin_camerer_neuroscience_game_theory_monkeys

[H] Blaise Aguera y Arcas: How computers are learning to be creative https://www.ted.com/talks/blaise_aguera_y_arcas_how_computers_are_learning_to_be_creative

[I] Geoffrey West: The surprising math of cities and corporations. https://www.ted.com/talks/geoffrey_west_the_surprising_math_of_cities_and_corporations

Distribución de Estudiantes

Nombre	Nombre de usuario	ID de alumno	Arista	Base	Cara	Cara
David Camilo Amortegui Amortegui	dc.amortegui10	201512676	AB	I	ABF	ACB
David Alejandro Angel Giraldo	da.angel	201811009	GH	I	LHG	HIG
Eduardo Benito Castro	e.benito	201613081	DE	I	ADE	DHE
Mario Castañeda Cabrera	m.castaneda14	201423283	JK	I	KJB	KGJ
Nicolas Castañeda Cabrera	n.castaneda1	201534124	CL	I	CDL	CLK
Andrea Copello Losada	a.copello10	201424996	IF	I	IFJ	EIF
Ward Willem Maria De Kleijn	w.de	202015857	EF	II	AEF	EIF
Daniela Donado Yepes	d.donado10	201424218	KL	II	CLK	LGK
Laura Alejandra Garzon Dueñas	la.garzon12	201518345	BJ	II	FJB	KJB
Camilo Gonzalez Abusaid	c.gonzaleza	201531416	HD	II	DLH	DHE
Brian Stiben Gonzalez Beltran	bs.gonzalez12	201511835	AC	II	ACD	ACB
Santiago Lozano Tovar	s.lozano12	201519364	GI	II	GIJ	HIG
Carlos Andres Manrique Guio	ca.manrique10	201520194	CB	III	CKB	ACB
Natalia Martinez Rojas	n.martinezr1	201822568	IH	III	HEI	HIG
William Humberto Medina Franco	wh.medina	201531682	AE	III	AEF	ADE
Juan Diego Mejia Acevedo	jd.mejiaa	201615616	GK	III	LGK	KGJ
Andres Felipe Olivares Vargas	af.olivares10	201424027	DL	III	CDL	DLH
Gabriel Orjuela Salazar	g.orjuela	201616201	JF	III	FJB	IFJ
Daniela Maria Ortiz Sanchez	dm.ortiz11	1020826896	CD	IV	ACD	CDL
Juan Miguel Parra Alvarez	jm.parra11	201612352	IJ	IV	IFJ	GIJ
Andres Felipe Posso Matta	af.posso	201616736	AF	IV	ABF	AEF
Sara Liz Botero Ospina	sl.botero	201811024	GL	IV	LGK	LHG
Julian Camilo Rodriguez Garces	jc.rodriguez21	201426498	BK	IV	KJB	CKB
Valerie Paola Rojas Angulo	vp.rojas	201617231	HE	IV	DHE	HEI
Daniel Ivan Romero Mendez	di.romero	201623181	AD	V	ADE	ACD
Andres Felipe Romero Silva	af.romero10	201315446	GJ	V	GIJ	KGJ
Sara Elizabeth Sarmiento Blanco	se.sarmiento10	201512462	CK	V	CLK	CKB
Juan Sebastian Serrano Charry	js.serrano11	201414825	IE	V	HEI	EIF
Santiago Tovar Cardona	s.tovarc	201711732	BF	V	ABF	FJB
Lorenzo Enrique Vicini Guerrero	le.vicini10	201416838	HL	V	DLH	LHG