

Complejidad en redes curriculares: Plan de estudios de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Karlin, M. S., Martinelli, M., Karlin, U. O. y Romero de Gelonch, C. del H.

DOI: <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v40.n1.40261>

RESUMEN

La teoría de redes comenzó a discutirse en el marco de las Ciencias de la Educación. El análisis de redes contribuye a visualizar la estructura oculta de los planes de estudio de diferentes carreras universitarias, reconociendo puntos débiles o desconexiones. Sin embargo, en la actualidad, existen escasos antecedentes de aplicaciones prácticas para el diagnóstico de planes de estudio de carreras universitarias. En este trabajo, se estudian las relaciones curriculares en la carrera de Ingeniería Agronómica, aplicando la teoría de redes. Se cuantificaron las relaciones entre espacios curriculares, identificando la fortaleza de los vínculos entre ellos, a nivel horizontal y vertical, en espacios de ejes de conocimiento y ciclos de conocimiento, analizando el grado de recursividad de los contenidos a partir de sus programas. Los espacios curriculares de los ciclos superiores se encuentran mejor interrelacionados que los de los ciclos inferiores. Los espacios curriculares nodales son los de mayor número de vínculos internos y externos. Las áreas de consolidación propenden, en general, a la integración de conocimientos. Se sugiere fortalecer vínculos horizontales y verticales entre espacios curriculares, especialmente en los ciclos básicos, ya sea de manera directa, o bien, a través de espacios curriculares nodales, incorporando actividades comunes o vinculando contenidos prácticos en común.

Palabras clave: teoría de redes, recursividad, vínculos, nodos, islas de conocimiento

Karlin, M. S., Martinelli, M., Karlin, U. O. and Romero de Gelonch, C. del H. (2023). Complexity in curricular networks: Agronomic Engineering curriculum, National University of Córdoba, Argentina. *Agriscientia* 40: 1-16

SUMMARY

Network theory is beginning to be discussed in the framework of educational sciences. Network analysis can help visualize the hidden curricular structure of different university careers, recognizing weak links or disconnections. However, at present there are few precedents of practical applications in the curricular diagnosis of university degrees. This work studies the curricular relationships between curricular spaces of an agronomic engineering degree, applying the network theory. Relationships were quantified between curricular spaces, identifying the strength of the links between them at a horizontal and vertical axis, in spaces of knowledge axes and knowledge cycles, analyzing the extent of content recursivity based on their programs. The curricular spaces from the superior cycles are better interrelated than those from the lower cycles. The nodal curricular spaces are those with the largest number of internal and external links. Consolidation areas tend, in general, to the integration of knowledge. It is suggested to strengthen horizontal and vertical links among curricular spaces, especially in the basic cycles, either directly or through nodal curricular spaces, incorporating common activities or linking common practical contents.

Keywords: network theory, recursivity, links, nodes, knowledge islands

Karlin M. S. (ORCID: 0000-0002-8642-4677), Karlin U. O. (ORCID: 0000-0002-4125-7035) y Romero de Gelonch C del H. (ORCID: 0000-0002-3663-5812). Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Martinelli M. (ORCID: 0000-0003-3700-9044). Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Correspondencia a: mkarlin@agro.unc.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La emergente teoría de redes advierte potencial con respecto al análisis de currículas educativas, entendidas como sistemas complejos (Dawson y Hubball, 2014). El análisis de redes puede aportar a la visualización de la estructura oculta de los planes de estudio de diferentes carreras universitarias y reconocer puntos débiles o desconexiones. Además, el diagnóstico de los planes de estudio permite identificar las relaciones entre espacios curriculares y sus contenidos, a través de la ubicación de nodos y vínculos (Aldrich, 2015; O'Meara y Vaidya, 2021).

Conforme a cómo se encuentre diseñado un plan de estudios, la estructura y vinculación entre espacios curriculares contribuirá (o no) a la construcción de conocimiento de los estudiantes. Por su parte, el aprendizaje está relacionado con el funcionamiento de los procesos cognitivos, que son estimulados a través de la práctica pedagógica. Según Morín (1998), los procesos de aprendizaje son recursivos y multidimensionales. Un diseño curricular que los fomente y que, además, sea flexible contribuirá al alcance de un aprendizaje

significativo profundo (Mystakidis, 2021).

Por recursividad, se entiende que el conocimiento del estudiante se construye a partir de información que es procesada por su mente, de modo que genera una nueva información que proseguirá en bucles. Esta característica supone que el conocimiento se retroalimenta y se refuerza en la medida en que el estudiante pueda: a) volver sobre sus pasos, b) rever contenidos, c) analizarlos desde otros puntos de vista y d) aplicarlos en diferentes contextos.

Por multidimensionalidad, se entiende la interrelación entre diferentes dimensiones del saber (saber conocer, saber hacer, saber vivir con el otro y saber ser), lo que habilita al estudiante a establecer un pensamiento relacional entre conocimientos asimilados, que serán aplicados durante la práctica.

Resulta indispensable considerar la recursividad y la multidimensionalidad en el diseño y planificación de los contenidos teórico-prácticos de los planes de estudio. De esta manera, se podrán definir los espacios curriculares necesarios y sus interrelaciones.

Para construir diseños de propuestas curriculares, Alhadeff-Jones (2009) sugiere reemplazar la monorreferencialidad por la multirreferencialidad. La monorreferencialidad alude a la visión sesgada desde una disciplina en modo de islas de conocimiento. En la multirreferencialidad, en cambio, existe interacción de visiones diferentes, esto es, relación, diálogo, afiliación, transferencia e influencia. La interacción es la propiedad fundamental de los sistemas y de los fenómenos emergentes, que son aquellos fenómenos que se producen como resultado de la integración de los componentes de sistema, que no podrían surgir si los componentes estuviesen aislados.

Estos aspectos ideales para el desarrollo de la práctica pedagógica suelen entrar en conflicto con los recursos disponibles y el contexto socio-pedagógico de la institución. Asimismo, la práctica debe estar contextualizada en la teoría y en la demanda social.

La teoría de redes (Fenwick y Edwards, 2012) comienza a discutirse con mayor fuerza en el marco de las Ciencias de la Educación. Sin embargo, esta teoría resulta amplia y, en ocasiones, poco específica. Se registran escasas aplicaciones en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias Agropecuarias (Mederos Machado et al., 2017).

La enseñanza, en las Ciencias Agropecuarias, resulta una actividad desafiante, dado que el perfil de los ingenieros agrónomos se basa en conocimientos teórico-prácticos derivados de disciplinas especializadas e interrelacionadas. El análisis de estas interrelaciones debe realizarse desde dos puntos de vista: el curricular y el institucional. En el primer caso, el foco de estudio está centrado en las planificaciones docentes de los espacios curriculares y en la práctica pedagógica situada. En el segundo caso, el foco está centrado en el análisis de la cultura institucional.

En el presente trabajo se aplica la teoría de redes con el objetivo de analizar la dimensión curricular de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC), a través del análisis de las planificaciones docentes de los espacios curriculares.

Encuadre del problema

A partir de diagnósticos participativos institucionales llevados a cabo durante el año 2013 (Conrero, 2013) y 2022 (actualmente, se encuentra en proceso de sistematización el primer taller diagnóstico), se identificaron ciertas

debilidades referidas al plan de estudios 2004, implementado en 2005 y vigente en la actualidad. Estas observaciones ofrecen la base para realizar la propuesta del presente trabajo. A continuación, se explicitan las observaciones identificadas en el informe de 2013 (Conrero, 2013), que se encontraron aún en el año 2022, según lo expresado en los diagnósticos institucionales mencionados:

El PE (plan de estudios) presenta serias deficiencias y su implementación fue poco adecuada.

No se realizó un adecuado análisis y evaluación del nuevo plan de estudios (inadecuado proceso de seguimiento y falta de difusión del análisis).

Escasa apropiación por parte de los docentes.

Existe una falta de integración de contenidos entre asignaturas.

No existe correspondencia de la realidad a campo y el fundamento del plan.

Falta de integración en las materias que se fusionaron.

Fallas en el diseño de las correlativas debido a una inadecuada asignación de correlativas por contenidos.

Falta de integración horizontal y vertical intra e interdepartamental.

Pérdida de contenidos en el Plan 2004 que debilita la comprensión de materias del ciclo superior.

El eje socioeconómico es escaso.

Desuniformidad en la organización, objetivos, finalidad, nivel de exigencia y criterios de las Áreas de Consolidación.

Según el relevamiento, existirían espacios curriculares escasamente vinculados con otros espacios, sin una adecuada articulación de contenidos en el marco de un plan de estudios que resulta ser lineal y no recursivo. Además, aunque algunos espacios curriculares comprendan contenidos comunes con otros, es posible que no existan instancias de articulación entre espacios curriculares y docentes.

Las preguntas que se plantea este trabajo son ¿cómo y en qué grado se vinculan los diferentes espacios curriculares entre sí?, ¿pueden identificarse espacios curriculares integradores en el plan de estudios de la carrera?, ¿es factible aplicar acciones de recursividad entre espacios curriculares?

El objetivo de este trabajo fue aplicar la teoría de redes como metodología para analizar la trama curricular compleja del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. A

partir del análisis de los diagnósticos participativos institucionales (2013 y 2022), se pretende generar una base para proponer un rediseño curricular, orientado a lograr la articulación horizontal y vertical entre espacios curriculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron las planificaciones docentes de los 51 espacios curriculares pertenecientes al plan de estudios 2004 de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. Los espacios curriculares y el año de la última planificación disponible se muestran en la Tabla 1. Estos

espacios curriculares se agrupan dentro del plan de estudios en ejes de conocimiento (Tecnológico-Productivo, Recursos Naturales y Socio-Económico; Tabla 2) y ciclos de conocimiento (básicos, básicos profesionales, profesionales y áreas de consolidación; Tabla 1). Asimismo, el eje de Recursos Naturales posee espacios curriculares con distintas orientaciones: Animal, Vegetal y General. Además, se identifican espacios curriculares especiales, que serán denominados en este trabajo espacios curriculares nodales, que poseen, en apariencia, un rol de integración y nexo de conocimientos y práctica dentro del plan de estudios (FCA-UNC, 2004).

Tabla 1. Espacios curriculares analizados, abreviatura utilizada, año de planificación y ciclo al que pertenece cada espacio. CCB: ciclo de conocimientos básicos; CCBP: ciclo de conocimientos básicos profesionales; CCP: ciclo de conocimientos profesionales; AC: área de consolidación

Espacio curricular	Abreviatura	Año de la planificación disponible	Ciclo al que pertenece el espacio curricular	Año de cursada
Matemática (I y II)	Mat	2020	CCB	1°
Física (I y II)	Fis	2020	CCB	1°
Química General e Inorgánica	QGI	2018	CCB	1°
Biología Celular	BioCel	2016	CCB	1°
Química Orgánica	QuimOrg	2020	CCB	1°
Observación y Análisis de los Sistemas Agropecuarios	OyASA	2011	CCB	1°
Química Biológica	QuimBiol	2017	CCB	2°
Botánica Morfológica	BotMorf	2020	CCB	2°
Botánica Taxonómica	BotTax	2018	CCB	2°
Estadística y Biometría	EyB		CCB	2°
Maquinaria Agrícola	MaqAgr	2020	CCBP	2°
Microbiología Agrícola	MicrAgr	2020	CCBP	2°
Genética	Gen	2021	CCBP	2°
Anatomía y Fisiología Animal	AyFAnim	2020	CCBP	2°
Agrometeorología	AgroMet	2018	CCBP	3°
Edafología	Edaf	2019	CCBP	3°
Fisiología Vegetal	FisVeg	2018	CCBP	3°
Zoología Agrícola	ZooAgr	2018	CCBP	3°
Fitopatología	Fitop	2013	CCBP	3°
Ecología Agrícola	EcolAgr	2017	CCBP	3°
Mejoramiento Genético Vegetal	MejGVeg	2018	CCBP	3°
Mejoramiento Animal	MejAnim	2018	CCBP	3°
Nutrición Animal	NutAnim	2016	CCBP	3°
Economía General y Agraria	EconGyA		CCBP	4°
Manejo Sanitario de los Cultivos	MSCult	2018	CCBP	4°
Manejo de Suelo y Agua	ManSyA	2017	CCBP	4°
Prácticas Preprofesionales I	PPPI	2016	CCBP	2°
Prácticas Preprofesionales II	PPPII	2020	CCBP	3°
Prácticas Profesionales I	PPI	2018	CCBP	4°
Arboricultura	Arbo	2020	CCP	4°
Sistemas de Producción de Cultivos Intensivos	SPCultInt	2018	CCP	4°
Sistemas de Producción de Cultivos Extensivos	SPCultExt	2016	CCP	4°

Tabla 1 (cont.)

Espacio curricular	Abreviatura	Año de la planificación disponible	Ciclo al que pertenece el espacio curricular	Año de cursada
Extensión Rural	ER	2015	CCP	5°
Administración de la Empresa Agropecuaria	AdmEAgr	2017	CCP	5°
Sistemas de Producción de Bovinos de Carne y Leche	SPBov	2017	CCP	5°
Producción Porcina	ProdPorc	2014	CCP	5°
Producción Avícola	ProdAvi	2016	CCP	5°
Producción Apícola	ProdApi	2015	CCP	5°
Rumiantes Menores	RumMen	2020	CCP	5°
Prácticas Profesionales II	PPII	2018	CCP	4°
Prácticas Profesionales III	PPIII	2016	CCP	5°
Sistemas Agrícolas de Producción Extensivos	SAgrProdExt	2015	AC	5°
Tecnología de Agroalimentos	TecAgroAl	2013	AC	5°
Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas	PyMCuenHidr	2021	AC	5°
Agroecología y Desarrollo Territorial	AgroecyDT	2016	AC	5°
Sistemas de Producción Pecuarios	SPPec	2015	AC	5°
Métodos Cuantitativos para la Investigación Agropecuaria	MetCuantInv	2021	AC	5°
Sistemas agrícolas de Producción Intensivos	SAgrProdInt	2014	AC	5°
Gestión Ambiental y Producción Sostenible	GAyPS	2015	AC	5°
Gestión de Recursos Naturales de Agrosistemas Marginales	GRNAM	2015	AC	5°
Planificación, Gestión y Manejo de Espacios verdes	PGyMEspVer	2016	AC	5°

Mediante la identificación de palabras clave en los programas, se categorizaron los contenidos curriculares en 80 categorías temáticas (Tabla 2). A partir de las categorías temáticas, se cuantificó la cantidad de veces que se referencian los contenidos en cada espacio curricular. Debido a que los programas analizados incluyen diferentes grados de desarrollo y detalle, los valores se ponderaron en función de la cantidad total de referencias encontradas en cada programa. Por ejemplo, dados los espacios curriculares A y B, se suponen dos categorías temáticas, a y b, si $Aa = 10$, $Ab = 5$, $Ba = 4$ y $Bb = 2$ repeticiones, entonces corresponderán los siguientes valores ponderados: $Aa = 0,67$, $Ab = 0,33$, $Ba = 0,67$ y $Bb = 0,33$, respectivamente.

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de correlación, a través del software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2020), y se obtuvieron los coeficientes de correlación de Pearson con sus probabilidades asociadas, que permitieron confeccionar una matriz de correlación. Los coeficientes fueron categorizados según el nivel de significancia en tres categorías: 1) $p < 0,00001$; 2) $0,01 > p > 0,00001$; y 3) $0,05 > p > 0,01$.

Se calcularon los vínculos internos por eje, orientación y grupo de espacios curriculares nodales, y los vínculos de cada una de esas agrupaciones con espacios curriculares de otros ejes, orientaciones y/o grupos de espacios curriculares nodales. Para los vínculos internos, se cuantificó el número de vínculos significativos de cada espacio curricular y se obtuvo el grado de vinculación con espacios curriculares del mismo grupo (eje-orientación-grupo de espacios curriculares nodales):

$n_{\text{signif intra}}/N_{\text{intra}} * 100$; $n_{\text{signif intra}}$: número de vínculos significativos internos, N_{intra} : número total de espacios curriculares intra-grupo

Para los vínculos de cada grupo con espacios curriculares de otros ejes, orientaciones o espacios curriculares nodales, se cuantificó el número de vínculos significativos de cada espacio curricular con espacios de otros grupos diferentes al propio:

$n_{\text{signif extra}}/N_{\text{extra}} * 100$; $n_{\text{signif extra}}$: número de vínculos significativos externos, N_{extra} : número total de

Tabla 2. Categorías temáticas definidas a partir de palabras clave de los programas de los espacios curriculares, ponderadas por preponderancia en los programas de los espacios curriculares de cada eje de conocimiento

Eje Tecnológico-Productivo	Eje Recursos Naturales	Eje Socio-Económico
Alimentos y forrajes / calidad química y nutricional / inocuidad	Ambiente / recursos / factores bióticos y abióticos / bienes y servicios / sustentabilidad	Agroecosistema / agricultura / ciencias agropecuarias
Agua / riego / sistemas acuosos / ácido-base / sales / óxido-reducción	Anatomía animal	Desarrollo
Animal / ganadería	Anatomía vegetal	Diagnóstico / evaluación / solución problemas / planificación / gestión / trabajo grupal
Aromáticas / aceites esenciales	Apicultura	Economía / comercio / mercado / agronegocio / cadena valor / administración
Clima / fenología / variables climáticas	Aves / huevos	Educación / aprendizaje
Cuenca hidrográfica	Bienestar animal	Ética / moral
Espacio verde	Biología	Extensión / capacitación / comunicación
Fauna	Bovinos	Institucional
Industrialización / calidad industrial / procesamiento / tecnología	Carne	Ordenamiento territorial / territorio / hábitat / tierra
Lácteos / leche	Célula	Políticas
Paisaje / percepción paisaje	Cereales / oleaginosas	Recursos humanos / seguridad e higiene
Siembra / plantación / trasplante / vivero / maquinaria agrícola / laboreo	Cosecha / postcosecha / almacenamiento / transporte	Social
Teledetección / sistemas de información / cartografía / topografía / geografía	Disturbio / stress / adaptación / contaminación / impacto ambiental	
	Ecofisiología / crecimiento / desarrollo	
	Ecología / agroecología	
	Ecoturismo	
	Energía / radiación / electricidad / temperatura	
	Enfermedad planta / patógeno / fungicida	
	Estabilidad estructural	
	Estadística / muestreo / modelos / experimento / investigación / cálculo / método	
	Fertilización / nutrición / enmienda / compost / coloide	
	Física	
	Flores / floricultura / polinización / reproducción plantas	
	Forestal / agroforestal / bosques / silvicultura / productos forestales no maderables / madera / árboles	
	Forrajes / pastura / césped / pastoreo / nutrición animal / capacidad de carga	
	Frutas / frutales	
	Genética animal	
	Geometría	
	Grano / semilla / germinación	
	Hortalizas / cultivo intensivo	
	Infraestructura	
	Insecto / insecticidas	
	Jardinería	
	Lana / cuero / guano	
	Legislación	

Tabla 2. (cont.)

Eje Tecnológico-Productivo	Eje Recursos Naturales	Eje Socio-Económico
	Malezas / herbicida	
	Manejo / control / prácticas culturales animales / etología	
	Manejo / control / prácticas culturales plantas	
	Mejoramiento / genética vegetal / variedades / líneas / cultivar / biotecnología	
	Metabolismo / fisiología animal	
	Microbiología	
	Organismo benéfico / parasitismo / enemigos naturales	
	Planta / vegetación / cultivo / especie / comunidades / poblaciones / botánica	
	Porcinos	
	Producción / productividad / rendimiento	
	Química	
	Reproducción animal	
	Restauración / remediación	
	Rumiantes menores	
	Sanidad animal	
	Sanidad vegetal / plaga / plaguicida	
	Sistema	
	Suelo / manejo suelo / geología	
	Toxicidad / patogenicidad alimentos	
	Trazabilidad / certificación calidad / cadena de valor	

espacios curriculares extra-grupo)

Según los valores de los coeficientes de Pearson, se confeccionó una red de correlación de 51 nodos (espacios curriculares) a través del software UCINET 6 (Borgatti et al., 2002). De igual modo, se obtuvieron las redes de correlación que se discriminaron por grupo (eje-orientación y espacios curriculares nodales). Los nodos fueron ordenados de acuerdo con el ciclo de conocimientos y eje de conocimientos correspondiente.

Se calculó el número de vínculos significativos con relación al total de vínculos posibles dentro de cada ciclo de conocimientos y entre espacios curriculares de distintos ciclos de conocimientos. Se confeccionó un diagrama de Pareto, considerando el número de vínculos entre nodos, mediante el software estadístico InfoStat. Se realizaron análisis de varianza, mediante el test DGC, para los valores de vinculación interna y externa (Di Rienzo *et al.*, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las correlaciones de Pearson entre espacios curriculares se muestran en un mapa de calor (Tabla

3), que establece las relaciones mencionadas de acuerdo con diferentes probabilidades asociadas. Las relaciones permitieron definir una red de correlaciones que, a partir de los coeficientes de Pearson, establecieron un entramado complejo del plan de estudios bajo estudio (Figura 1).

Las categorías temáticas (Tabla 2) con mayor redundancia en el plan de estudios corresponden a aquellas referidas a estadística / muestreo / modelos / experimento / investigación / cálculo / método, con 388 referencias; agua / riego / sistemas acuosos / ácido-base / sales / óxido-reducción, con 276 referencias; economía / comercio / mercado / agronegocio / cadena de valor / administración, con 248 referencias; planta / vegetación / cultivo / especie / comunidades / poblaciones / botánica, con 228 referencias; y diagnóstico / evaluación / solución problemas / planificación / gestión / trabajo grupal, con 216 referencias. Otras 19 referencias se mencionan en los programas entre 100 y 200 veces cada una y el resto (56 referencias) se mencionan menos de 100 veces cada una. Las cinco categorías con mayor redundancia indican un plan de estudios enfocado, principalmente, en lo metodológico, en la dimensión económica, en la búsqueda de soluciones a problemas agronómicos y en el

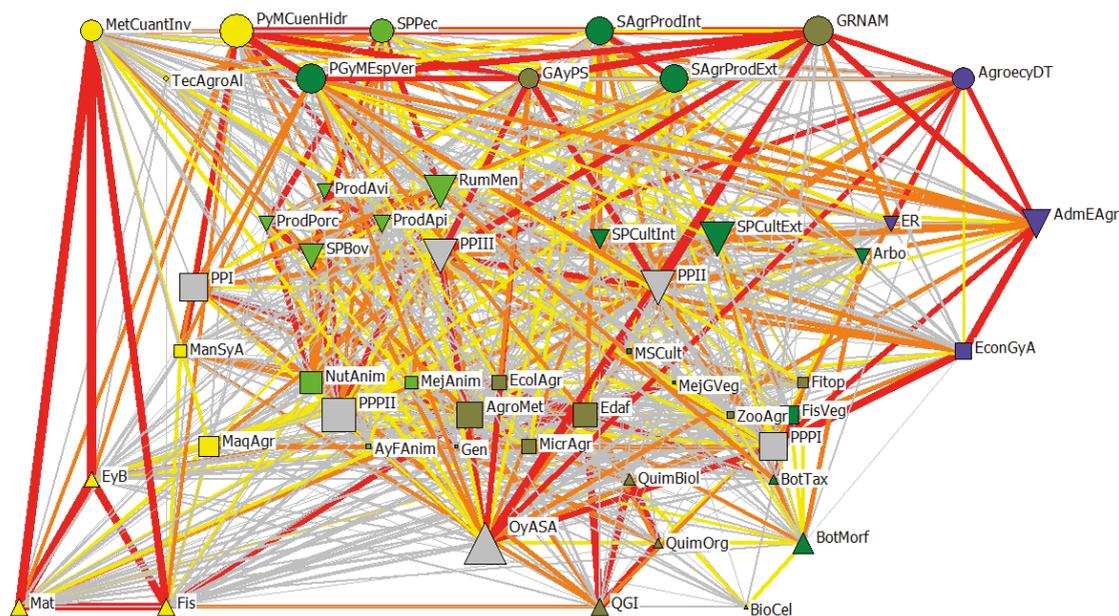


Figura 1. Red de correlaciones entre espacios curriculares del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. —: vínculos al $p < 0,00001$; —: vínculos al $0,01 > p > 0,00001$; —: vínculos al $0,05 > p > 0,01$; —: vínculos al $p > 0,05$. Nodos amarillos: eje Tecnológico-Productivo; nodos verdes oscuros: eje Recursos Naturales (orientación vegetal); nodos verdes claros: eje Recursos Naturales (orientación Animal); nodos marrones: eje Recursos Naturales (orientación General); nodos azules: eje Socio-Económico; nodos grises: espacios curriculares nodales*. Triángulos: ciclo de conocimientos básicos; cuadrados: ciclo de conocimientos básicos profesionales; triángulos invertidos: ciclo de conocimientos profesionales; círculos: áreas de consolidación. El espesor de las líneas indica la proporcionalidad de los coeficientes de Pearson; el tamaño de los nodos indica el grado de vinculación con otros nodos.

*Nota: si bien algunos nodos involucran todos los ejes, se le asignó un color en función al eje predominante.

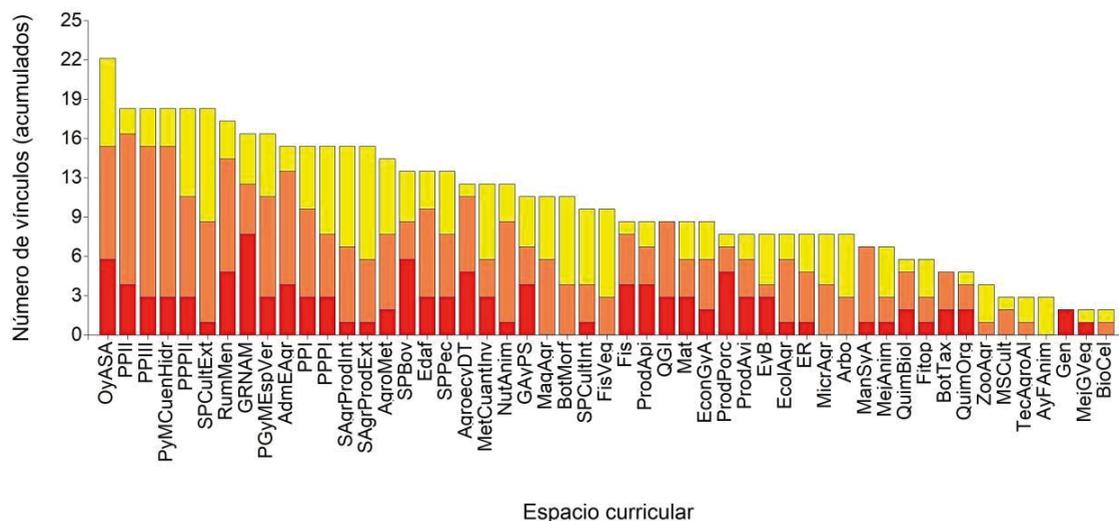


Figura 2. Diagrama de Pareto con el número de vínculos por espacio curricular. ■: $p < 0,00001$; ■: $0,01 > p > 0,00001$; ■: $0,05 > p > 0,01$

manejo de recursos como el agua y las plantas. Ciertas categorías de orientación netamente sociales están relegadas a posiciones inferiores (social en la posición #33, extensión / capacitación / comunicación en la #60, educación / aprendizaje en la #64, desarrollo en la #65, políticas en la #70, ética / moral en la #79, aunque, para esta última, no se consideraron los contenidos del curso transversal de las áreas de consolidación Desarrollo Personal – Ética y Responsabilidad Profesional y Social, de manera que esta categoría podría ascender a la posición #73).

Esta situación de las categorías sociales refuerza lo que se rescata de los diagnósticos institucionales de 2013 y 2022 (el eje Socio-Económico es escaso), y se evidencia, además, por la reducida constitución de espacios curriculares del eje Socio-Económico (nodos azules hacia la derecha de la gráfica en la Figura 1).

La Tabla 3 muestra determinadas particularidades con respecto a las relaciones entre espacios. Se observa una menor interrelación horizontal en los ciclos básicos (CCB: ciclo de conocimientos básicos; CCBP: ciclo de conocimientos básicos profesionales)

con respecto a los ciclos superiores (CCP: ciclo de conocimientos profesionales; AC: área de consolidación). Los ciclos básicos mostraron relaciones horizontales significativas ($p < 0,05$) del 24,4 % y 14,6 %, respectivamente; mientras que, los ciclos superiores mostraron relaciones horizontales de 39,4 % y 44,4 %, respectivamente. La misma tendencia se observa al considerar las relaciones más estrechas ($p < 0,00001$; en rojo en la Tabla 3) con valores de 13,3 %, 3,5 %, 15,2 % y 15,5 % para CCB, CCBP, CCP y AC, respectivamente. Esto pone en evidencia la débil interacción de contenidos entre espacios curriculares dentro del ciclo básico y básico profesional, lo que significa que los espacios curriculares trabajarían, en su mayoría, monorreferencialmente (Alhadeff-Jones, 2009) como islas de conocimiento, por lo menos en lo que a contenidos se refiere. Las excepciones se constituyen por los espacios curriculares nodales Observación y Análisis de Sistemas Agropecuarios, Prácticas Preprofesionales y Práctica Profesional I, que cumplen el rol de integrar conocimientos en los CCB y CCBP. El grado de vinculación con otros espacios curriculares puede evidenciarse en el diagrama de Pareto de la Figura 2.

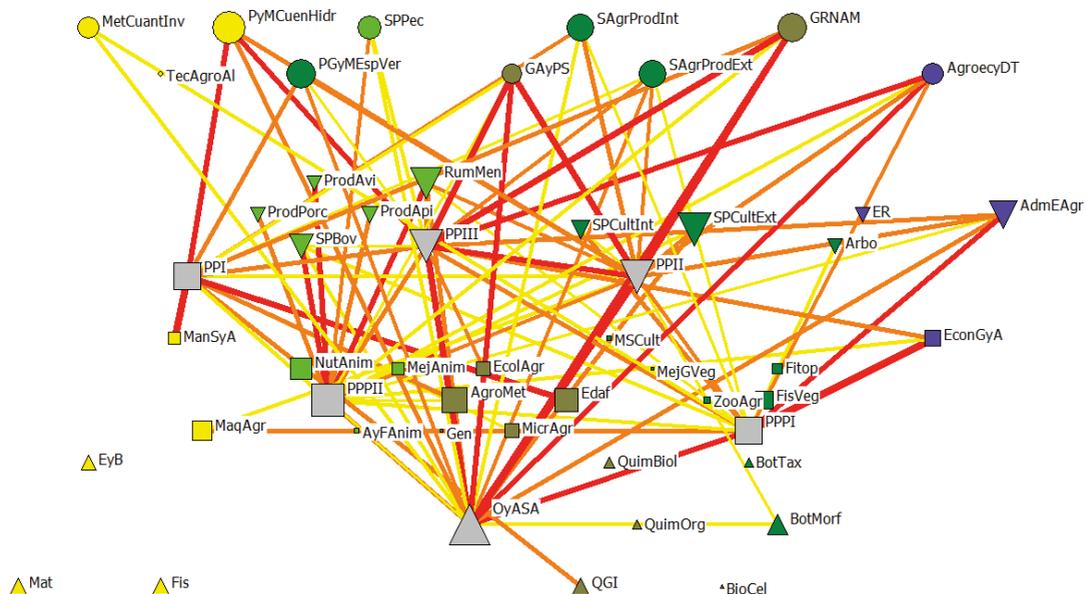


Figura 3. Red de correlaciones entre espacios curriculares nodales y el resto de los espacios curriculares del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. —: vínculos al $p < 0,00001$; —: vínculos al $0,01 > p > 0,00001$; —: vínculos al $0,05 > p > 0,01$; —: vínculos al $p > 0,05$. Nodos amarillos: eje Tecnológico-Productivo; nodos verdes oscuros: eje Recursos Naturales (orientación vegetal); nodos verdes claros: eje Recursos Naturales (orientación Animal); nodos marrones: eje Recursos Naturales (orientación General); nodos azules: eje Socio-Económico; nodos grises: espacios curriculares nodales*. Triángulos: ciclo de conocimientos básicos; cuadrados: ciclo de conocimientos básicos profesionales; triángulos invertidos: ciclo de conocimientos profesionales; círculos: áreas de consolidación. El espesor de las líneas indica la proporcionalidad de los coeficientes de Pearson; el tamaño de los nodos indica el grado de vinculación con otros nodos.

*Nota: si bien algunos nodos involucran todos los ejes, se le asignó un color en función al eje predominante.

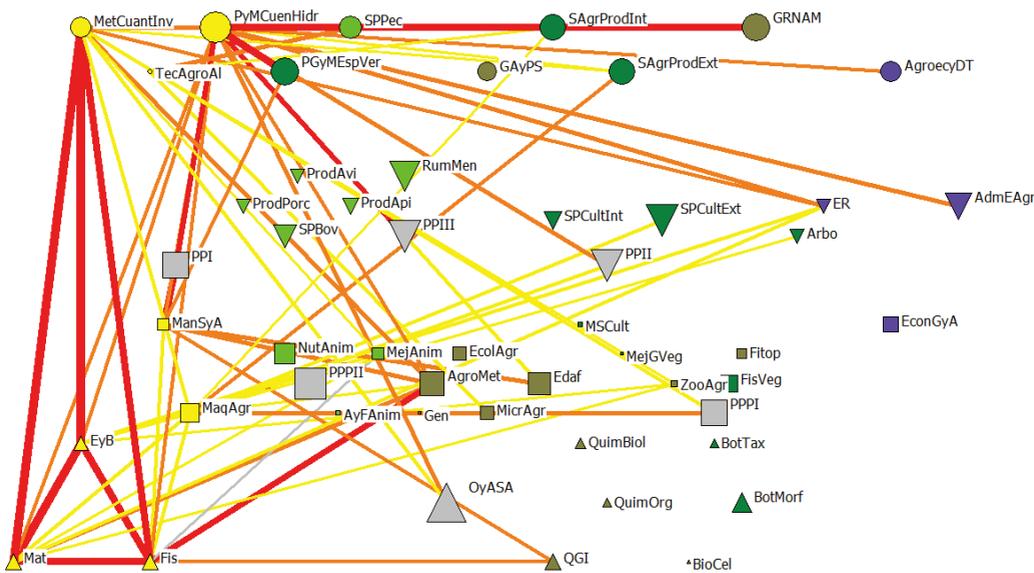


Figura 4. Red de correlaciones entre el eje Tecnológico-Productivo y el resto de los espacios curriculares del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. —: vínculos al $p < 0,00001$; —: vínculos al $0,01 > p > 0,00001$; —: vínculos al $0,05 > p > 0,01$; —: vínculos al $p > 0,05$. Nodos amarillos: eje Tecnológico-Productivo; nodos verdes oscuros: eje Recursos Naturales (orientación vegetal); nodos verdes claros: eje Recursos Naturales (orientación Animal); nodos marrones: eje Recursos Naturales (orientación General); nodos azules: eje Socio-Económico; nodos grises: espacios curriculares nodales*. Triángulos: ciclo de conocimientos básicos; cuadrados: ciclo de conocimientos básicos profesionales; triángulos invertidos: ciclo de conocimientos profesionales; círculos: áreas de consolidación. El espesor de las líneas indica la proporcionalidad de los coeficientes de Pearson; el tamaño de los nodos indica el grado de vinculación con otros nodos.

*Nota: si bien algunos nodos involucran todos los ejes, se le asignó un color en función al eje predominante.

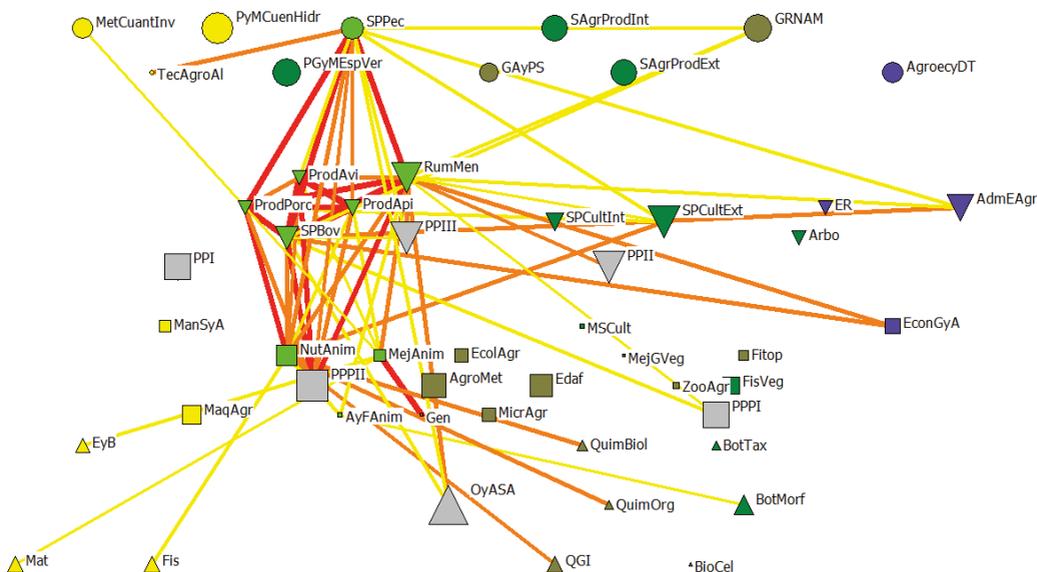


Figura 5. Red de correlaciones entre el eje Recursos Naturales, orientación Animal y el resto de los espacios curriculares del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. —: vínculos al $p < 0,00001$; —: vínculos al $0,01 > p > 0,00001$; —: vínculos al $0,05 > p > 0,01$; —: vínculos al $p > 0,05$. Nodos amarillos: eje Tecnológico-Productivo; nodos verdes oscuros: eje Recursos Naturales (orientación vegetal); nodos verdes claros: eje Recursos Naturales (orientación Animal); nodos marrones: eje Recursos Naturales (orientación General); nodos azules: eje Socio-Económico; nodos grises: espacios curriculares nodales*. Triángulos: ciclo de conocimientos básicos; cuadrados: ciclo de conocimientos básicos profesionales; triángulos invertidos: ciclo de conocimientos profesionales; círculos: áreas de consolidación. El espesor de los nodos indica el grado de vinculación con otros nodos.

*Nota: si bien algunos nodos involucran todos los ejes, se le asignó un color en función al eje predominante.

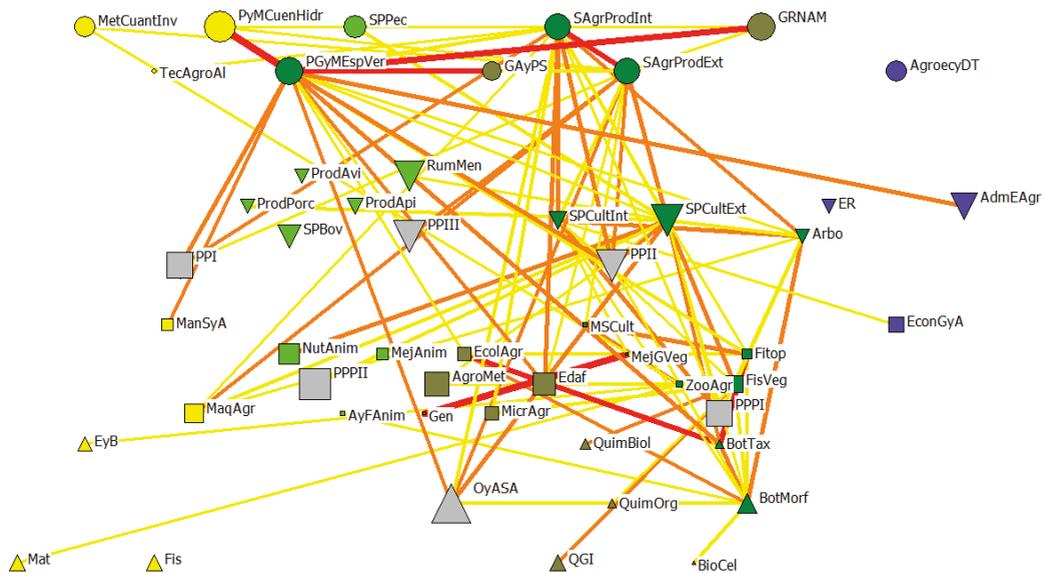


Figura 6. Red de correlaciones entre el eje Recursos Naturales, orientación Vegetal y el resto de los espacios curriculares del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. —: vínculos al $p < 0,00001$; —: vínculos al $0,01 > p > 0,00001$; —: vínculos al $0,05 > p > 0,01$; —: vínculos al $p > 0,05$. Nodos amarillos: eje Tecnológico-Productivo; nodos verdes oscuros: eje Recursos Naturales (orientación vegetal); nodos verdes claros: eje Recursos Naturales (orientación Animal); nodos marrones: eje Recursos Naturales (orientación General); nodos azules: eje Socio-Económico; nodos grises: espacios curriculares nodales*. Triángulos: ciclo de conocimientos básicos; cuadrados: ciclo de conocimientos básicos profesionales; triángulos invertidos: ciclo de conocimientos profesionales; círculos: áreas de consolidación. El espesor de las líneas indica la proporcionalidad de los coeficientes de Pearson; el tamaño de los nodos indica el grado de vinculación con otros nodos.

*Nota: si bien algunos nodos involucran todos los ejes, se le asignó un color en función al eje predominante.

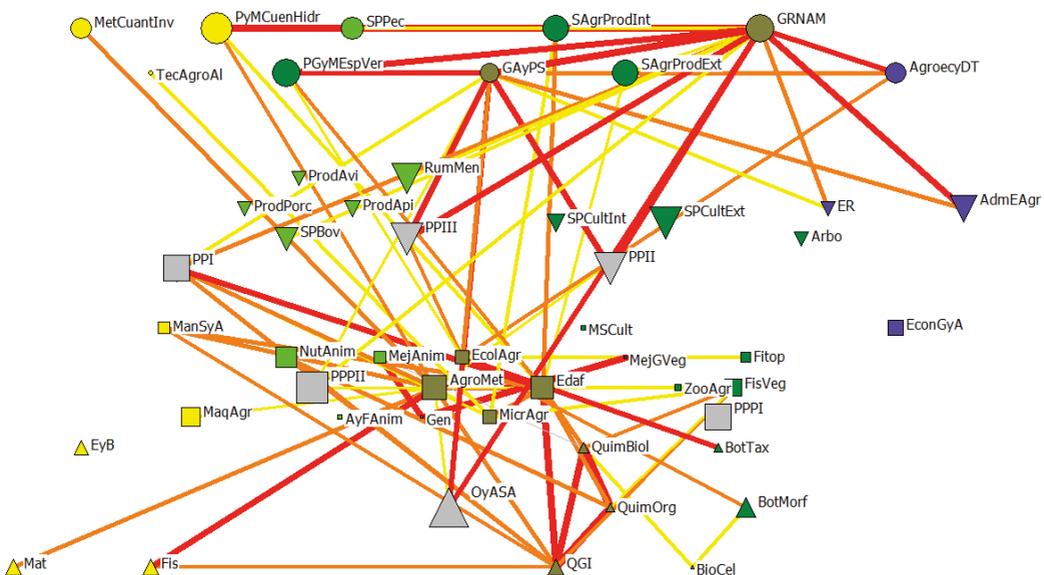


Figura 7. Red de correlaciones entre el eje Recursos Naturales, orientación General y el resto de los espacios curriculares del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. —: vínculos al $p < 0,00001$; —: vínculos al $0,01 > p > 0,00001$; —: vínculos al $0,05 > p > 0,01$; —: vínculos al $p > 0,05$. Nodos amarillos: eje Tecnológico-Productivo; nodos verdes oscuros: eje Recursos Naturales (orientación vegetal); nodos verdes claros: eje Recursos Naturales (orientación Animal); nodos marrones: eje Recursos Naturales (orientación General); nodos azules: eje Socio-Económico; nodos grises: espacios curriculares nodales*. Triángulos: ciclo de conocimientos básicos; cuadrados: ciclo de conocimientos básicos profesionales; triángulos invertidos: ciclo de conocimientos profesionales; círculos: áreas de consolidación. El espesor de las líneas indica la proporcionalidad de los coeficientes de Pearson; el tamaño de los nodos indica el grado de vinculación con otros nodos.

*Nota: si bien algunos nodos involucran todos los ejes, se le asignó un color en función al eje predominante.

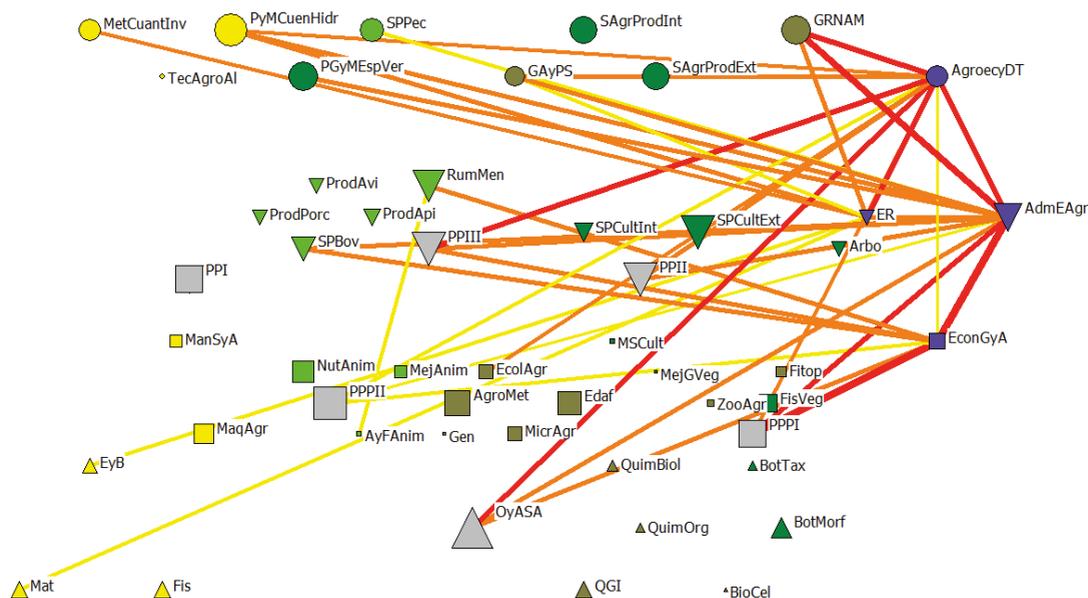


Figura 8. Red de correlaciones entre el eje Socio-Económico y el resto de los espacios curriculares del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA-UNC. —: vínculos al $p < 0,00001$; —: vínculos al $0,01 > p > 0,00001$; —: vínculos al $0,05 > p > 0,01$; —: vínculos al $p > 0,05$. Nodos amarillos: eje Tecnológico-Productivo; nodos verdes oscuros: eje Recursos Naturales (orientación vegetal); nodos verdes claros: eje Recursos Naturales (orientación Animal); nodos marrones: eje Recursos Naturales (orientación General); nodos azules: eje Socio-Económico; nodos grises: espacios curriculares nodales*. Triángulos: ciclo de conocimientos básicos; cuadrados: ciclo de conocimientos básicos profesionales; triángulos invertidos: ciclo de conocimientos profesionales; círculos: áreas de consolidación. El espesor de las líneas indica la proporcionalidad de los coeficientes de Pearson; el tamaño de los nodos indica el grado de vinculación con otros nodos.

*Nota: si bien algunos nodos involucran todos los ejes, se le asignó un color en función al eje predominante.

Según el diagrama, los espacios curriculares que carecen de vínculos fuertes ($p < 0,00001$) son, desde los ciclos inferiores a los superiores, Biología Celular, Botánica Morfológica, Maquinaria Agrícola, Microbiología Agrícola, Anatomía y Fisiología Animal, Fisiología Vegetal, Zoología Agrícola, Manejo Sanitario de los Cultivos, Arboricultura y Tecnología de Agroalimentos. Esto podría deberse, entre otros aspectos, a que los programas enfocan los contenidos a temas demasiado específicos que abultan categorías determinadas, lo que reduce el peso de ponderación de otras categorías (i.e., se considera el estudio de clasificaciones como organelas, tejidos, órganos, implementos mecánicos, organismos, procesos fisiológicos, hormonas, productos fitosanitarios, alimentos, dentro de estos espacios curriculares) y, además, a que las temáticas son exclusivas de los espacios curriculares mencionados.

Con respecto a las áreas de consolidación Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, Gestión de Recursos Naturales de Agrosistemas Marginales y Planificación, Gestión y Manejo de Espacios Verdes, son los espacios con mayor número de vínculos. Además, Planificación y

Manejo de Cuencas constituye el espacio con mayor número de vínculos fuertes ($p < 0,00001$) con respecto al total de espacios curriculares del plan de estudios. Estos vínculos serían relevantes desde el punto de vista de la integración de conocimientos previos, dado que los objetivos que se persiguen con las áreas de consolidación son los siguientes:

Consolidar la formación de los estudiantes en un campo de conocimiento determinado y según su interés profesional.

Lograr en los futuros egresados una formación sólida y un conocimiento profundo en las ciencias que conforman la Ingeniería Agronómica (FCA-UNC, 2004).

En contrapartida, el área Tecnología de Agroalimentos posee un reducido número de vínculos curriculares debido, quizás, a la especificidad de los contenidos y a la desvinculación con los conocimientos previos. En la actualidad, algunos espacios curriculares de los ciclos básicos (CCB y CCBP) deben incorporar determinados conocimientos asociados a la tecnología de los alimentos, en virtud de la nueva carrera de Licenciatura en Agroalimentos, que se

desarrolla en la FCA-UNC desde el año 2020, lo que podría contribuir al aumento en el número de vínculos con esta área.

La relación entre espacios curriculares del CCB y ciclos superiores mostró valores de 18,4 %, 10,8 % y 16,0 % con relación a CCBP, CCP y AC, respectivamente. El ciclo intermedio CCBP se relacionó en 18,9 %, tanto con CCP como con AC. El ciclo superior de conocimientos profesionales (CCP) se relacionó con AC en un 32,5 %. La relación entre espacios curriculares del CCP y AC demuestra que existe mayor número de temáticas redundantes en los programas de estudio, lo que evidencia el carácter integrador y recursivo de los espacios curriculares.

Con relación a los espacios curriculares nodales del plan de estudios, el diagrama de Pareto (Figura 2) muestra que Observación y Análisis de los Sistemas Agropecuarios y las Prácticas Profesionales II y III son los de mayor interrelación dentro del plan, con 22, 18 y 18 vínculos totales, con 6, 4 y 3 vínculos fuertes ($p < 0,00001$), y 9, 12 y 12 vínculos intermedios ($0,01 > p > 0,00001$), respectivamente. Sin embargo, no se constituyen, desde el punto de vista de la teoría de redes, en *hubs*, entendiendo por ello a los nodos con una extraordinaria cantidad de vínculos con respecto a otros nodos y serían responsables de canalizar la información a través de la red (Aldrich, 2015).

Al considerar la asignatura Observación y Análisis de los Sistemas Agropecuarios, las Prácticas Preprofesionales (I y II) y las Prácticas Profesionales (I, II y III) como espacios curriculares nodales aglutinantes, el conjunto se vincula significativamente ($p < 0,05$) con sólo 28 de los 45 espacios curriculares restantes (Figura 3). Los espacios curriculares que no están vinculados a los mencionados constituyen, en su mayoría, asignaturas de los ciclos básicos (CCB y CCBP), especialmente del eje Tecnológico-Productivo. De esta manera, los espacios curriculares nodales no lograrían integrarse con el resto de la red curricular.

En las Figuras 4 (eje Tecnológico-Productivo), 5 (eje Recursos Naturales orientación Animal), 6 (eje Recursos Naturales orientación Vegetal), 7 (eje Recursos Naturales orientación General) y 8 (eje Socio-Económico) se muestran las vinculaciones de cada uno de los ejes y sus orientaciones respectivas dentro del plan de estudios.

El análisis de varianza de los vínculos intra-grupo indica que en los espacios curriculares nodales (93 %), el eje Socio-Económico (83 %) y el eje Recursos Naturales, orientación Animal (72 %) son los que mejor se vinculan, diferenciándose significativamente ($\alpha = 0,05$) del eje Tecnológico-

Productivo (54 %) y el eje Recursos Naturales, orientación Vegetal (38 %), y estos últimos con respecto al eje Recursos Naturales, Orientación General (23 %). Los valores sugieren que los espacios curriculares socio-económicos y los orientados a la producción animal están mejor integrados entre sí que el resto, lo que podría aprovecharse desde el punto de vista de la integración disciplinar. Con respecto al eje Recursos Naturales, orientación General, podría plantearse una mejor integración interna, incorporando temáticas afines en los programas, o bien, creando un espacio curricular nodal que los amalgame.

Las relaciones externas muestran que los espacios curriculares nodales (28%) se diferencian significativamente ($\alpha = 0,05$) del resto (Socio-Económico, 18%; Recursos Naturales, orientación General, 15%; Tecnológico-Productivo, 13%; Recursos Naturales, orientación Vegetal, 12%; Recursos Naturales, orientación Animal, 10%). Esto sugiere que los espacios curriculares mencionados podrían cumplir con su rol integrador y de nexos con otros espacios. Resulta interesante el comportamiento de los espacios curriculares del eje Socio-Económico con relaciones relativamente intensas hacia afuera de su propio eje, especialmente con espacios curriculares de áreas de consolidación. Espacios curriculares de otros ejes podrían aprovechar estos vínculos, incluyendo determinados análisis sociales y económicos en sus trabajos finales, como un modo de integración curricular. Los espacios curriculares del eje Recursos Naturales, orientación Vegetal y Animal, y las del eje Tecnológico-Productivo poseen vínculos extra-grupo relativamente débiles, lo que dificulta las relaciones con otros espacios curriculares. Esto es particularmente crítico con el eje Tecnológico-Productivo, dado que, incluso, sus vínculos con los espacios curriculares nodales resultan incompletos.

Las relaciones entre los espacios curriculares aquí evidenciados muestran únicamente las relaciones entre los contenidos curriculares identificados en los programas de estudio, exactamente como se planteó en el objetivo del presente trabajo. Para validar los resultados es necesario determinar si, efectivamente, a) los contenidos son considerados durante los procesos de enseñanza *in situ*, b) si los equipos docentes consideran que los contenidos son de importancia profesional, o c) si los contenidos están lo suficientemente actualizados para que sean considerados de importancia curricular.

La identificación de contenidos comunes, si bien pueden redundar al momento de

ofrecerse a los estudiantes, permitirían lograr la recursividad propuesta por Morin (1998), de modo que sean capaces de profundizar en bucle los contenidos, desde diferentes puntos de vista y en diferentes momentos de la carrera, integrando estos conocimientos con otros que se van incorporando y con la práctica, que resulta de gran importancia en la carrera de Ingeniería Agronómica. Esta recursividad, integrada en un plano multidimensional, permitirá complejizar la educación, conduciendo a la necesidad de considerar la importancia del aprendizaje por saltos, no de manera acumulativa, sino haciendo foco sobre la innovación (Maldonado, 2014).

Frente a una educación que, en la actualidad, se basa en producciones científicas hiper-especializadas ofrecida fundamentalmente desde islas del conocimiento, se considera que esta debería mutar a una educación que rompa con esta lógica y forme profesionales capaces de abordar problemas diversos y contextualizados, de manera que la formación de especialistas sea también, y ante todo, formación de generalistas, que puedan realizar una lectura mejor integrada de los sistemas por intervenir. Esto resultaría posible mediante currículas diseñadas para la enseñanza desde la multidimensionalidad, complejizadas en la vinculación curricular, pero más importante aún, desde la vinculación institucional.

CONCLUSIONES

El enfoque de redes resultó ser sumamente útil como metodología para el análisis curricular de planes de estudio. Se cuantificaron las relaciones entre espacios curriculares, identificando la fortaleza de los vínculos entre ellas, a nivel horizontal y vertical, a nivel intra y extra eje de conocimientos, analizando el grado de recursividad de los contenidos a partir de los programas. Sin embargo, el presente trabajo limita el análisis a los contenidos explicitados en las planificaciones docentes, dejando pendiente el análisis de las prácticas pedagógicas situadas.

La estructura e interrelaciones encontradas en este análisis evidencian un plan de estudios con espacios curriculares nodales del ciclo de conocimientos profesionales y áreas de consolidación, que logran interrelacionarse curricularmente de manera satisfactoria en la mayoría de los casos. En contrapartida, los ciclos de conocimientos básicos y básicos profesionales no muestran grados elevados de vinculación, tanto a nivel horizontal como vertical, especialmente con espacios curriculares de otros ejes de

conocimiento. Es posible identificar la importancia de los espacios curriculares nodales Observación y Análisis de Sistemas Agropecuarios, ambas Prácticas Preprofesionales y Práctica Profesional I, como nexo parcial de los espacios curriculares de los ciclos básicos (CCB y CCBP). A pesar de que estos espacios curriculares nodales poseen un importante número de vínculos, no son suficientes para conformarlos como *hubs*, en virtud de que no alcanzan a duplicar los vínculos con respecto a otros espacios curriculares no-nodales, aunque se diferencian de manera estadísticamente significativa con respecto a espacios curriculares de otros grupos.

Por último, las áreas de consolidación son, en general, espacios curriculares que propenden a la integración de conocimientos. Sin embargo, el área Tecnología de Agroalimentos posee un reducido número de vínculos curriculares y no cumpliría con tal fin.

Según los resultados obtenidos a partir de este trabajo, se propone generar estrategias de fortalecimiento de vínculos horizontales y verticales entre espacios curriculares, especialmente en los ciclos básicos, ya sea de manera directa, o bien, a través de espacios curriculares nodales, incorporando actividades comunes o vinculando contenidos prácticos comunes. Se propone, además, la creación de nuevos espacios curriculares nodales (e.g., para el eje Recursos Naturales, orientación General) que fortalezcan los vínculos, especialmente en el plano interno.

Se espera, en adelante, profundizar este trabajo a partir del análisis institucional y de las prácticas pedagógicas situadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldrich, P. (2015). The curriculum prerequisite network: Modeling the curriculum as a complex system. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 43(3), 168-180. <https://doi.org/10.1002/bmb.20861>
- Alhadeff-Jones, M. (2009). Revisiting educational research through Morin's paradigm of complexity. *Complexity: An International Journal of Complexity and Education*, 6(1), 61-70. <https://doi.org/10.29173/cmplct8807>
- Borgatti, S., Everett, M. y Freeman, L. (2002). *Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard: Analytic Technologies. https://pages.uoregon.edu/vburriss/hc431/Ucinet_Guide.pdf
- Conrero, J. M. (Coord.). (2013). *Planificación Estratégica Participativa 2013. Informe final*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias

- Agropecuarias. http://www.agro.unc.edu.ar/~copep/wp-content/uploads/2013/10/PEP_2013_2018_FCA_UNC.pdf
- Dawson, S. y Hubball, H. (2014). Curriculum analytics: Application of social network analysis for improving strategic curriculum decision-making in a research-intensive university. *Teaching and Learning Inquiry*, 2(2), 59-74. <https://doi.org/10.2979/teachlearninqu.2.2.59>
- Dí Rienzo, J., Casanoves, F., González, L., Tablada, M., Robledo, C. y Balzarini, M. (2020) *InfoStat*. Córdoba: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- FCA-UNC. (2004). *Plan de Estudios 2004. Texto ordenado*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. <http://www.agro.unc.edu.ar/~alumnos/wp-content/uploads/2021/05/PLAN-DE-ESTUDIOS-2004-TEXTO-corregido2008.pdf>
- Fenwick, T. y Edwards, R. (Eds.). (2012). *Researching education through actor-network theory*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Maldonado, C. E. (2014). ¿Qué es eso de pedagogía y educación en complejidad? *Intersticios Sociales*, 7, 1-23. <https://doi.org/10.55555/IS.7.51>
- Mederos Machado, M. C., Balmaceda Espinosa, C. E. y Balmaceda Mederos, M. (2017). Perspectivas epistemológicas curriculares de la ingeniería agropecuaria. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 5(1), 123-127. <https://doi.org/10.26423/rcpi.v5i1.163>
- Morin, E. (1998). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Mystakidis, S. (2021). Deep Meaningful Learning. *Encyclopedia*, 1(3), 988-997. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1030075>
- O'Meara, J. y Vaidya, A. (2021). A network theory approach to curriculum design. *Entropy*, 23, (10), 1346. <https://doi.org/10.3390/e23101346>