



## XVII Coloquio Internacional de Gestión Universitaria 2017

*“Universidad, desarrollo y futuro en la Sociedad del Conocimiento”*

22, 23 y 24 de noviembre de 2017  
Mar del Plata, República Argentina

### **Impacto ambiental de la virtualización de las carreras de grado**

Alicia Inés Zanfrillo, [alicia@mdp.edu.ar](mailto:alicia@mdp.edu.ar);  
Alejandra María Esteban, [aesteban@fi.mdp.edu.ar](mailto:aesteban@fi.mdp.edu.ar);  
María Antonia Artola, [martola@mdp.edu.ar](mailto:martola@mdp.edu.ar)  
Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

#### **Eje Temático del Trabajo**

**Tipo de Trabajo:** *Proyecto de investigación*

#### **Resumen**

La virtualización de la educación superior propone una solución a la demanda de infraestructura áulica necesaria para cubrir la creciente actividad académica así como el desarrollo pleno de las misiones y funciones de las instituciones de educación superior. A pesar de constituirse en la última década en la opción preferida para el apoyo de la enseñanza presencial, el estudio de la implementación de la educación virtual ofrece reducidos abordajes sobre su impacto ambiental. La falta de información sobre la sostenibilidad de esta actividad deja abierto el interrogante sobre la necesidad de desarrollar prácticas compensatorias a fin de mitigar sus efectos.

El propósito de nuestro trabajo es aplicar indicadores internacionales a fin de determinar la sostenibilidad ambiental de la virtualización de espacios curriculares correspondientes al último año de una carrera de grado en una universidad argentina de gestión pública. En el marco del Programa “Tecnología y Responsabilidad Social” de las Facultades de Ingeniería y de Ciencias Económicas y Sociales (UNMdP) se presentan los resultados de la investigación empírica estableciendo una reducción de la emisión directa de gases efecto invernadero por la disminución de movilidad docente y estudiantil en oposición al incremento de emisiones indirectas por consumo energético y acceso a internet.

**Palabras clave:** educación superior – sostenibilidad ambiental – educación virtual – cambio climático – carreras de grado

## **Introducción**

El aumento de la población y el desarrollo de la economía mundial amenazan la supervivencia de millones de personas y especies por las alteraciones provocadas en el medio ambiente. La actividad humana deja una huella en el planeta que trae como consecuencias el calentamiento global, la disminución de la biodiversidad, el agotamiento de la biocapacidad y la contaminación ambiental. La alteración del clima global se debe al incremento de los gases efecto invernadero –GEI– tales como dióxido de carbono y metano (Intergovernmental Panel on Climate Change –IPCC-, 2014), que provocan el aumento de la temperatura planetaria ocasionando el cambio climático (Chassoul, Marín, Morales y Fallas, 2017). Las problemáticas enunciadas dan cuenta de las dificultades para compatibilizar el equilibrio ecológico y el desarrollo económico (Artaraz, 2002). Esta dicotomía ha llevado a nuevas concepciones terminológicas que van más allá de la perspectiva cuantitativa con un enfoque de crecimiento a la adopción de una perspectiva cualitativa que involucre la explotación de las potencialidades (Daly, 1997).

A fin de reunir el equilibrio en el uso de los recursos y la equidad respecto de su distribución en respeto del medio físico se integran factores sociales, económicos, culturales, políticos y ecológicos en la búsqueda de sostenibilidad (Gallopín, 2002). El actual concepto de desarrollo sostenible tiene sus antecedentes en las diferentes percepciones ambientales de los '70 surgidas de las corrientes de pensamiento del siglo XIX sobre la destrucción de los recursos naturales a partir de la Revolución Industrial y de los efectos sociales negativos que trajo aparejados (Pierri, 2005). Bajo un alcance global se define por primera vez en el Informe Brundtland (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1988) el concepto de desarrollo sostenible como la satisfacción "... de las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras en satisfacer sus propias necesidades". En la actualidad supone tanto un enfoque normativo como una estrategia, es decir provee una perspectiva para comprender la realidad a través de una serie de objetivos de desarrollo sostenible –ODS– y una metodología para abordar la resolución de problemas de carácter complejo emergentes de las interacciones entre "... la economía mundial, la sociedad global y el medio ambiente físico" (Sachs, 2014).

Pierri (2005) resume las teorías que abordan la definición del desarrollo sustentable según se priorice una de las dimensiones del concepto por sobre otras. La dimensión económica se enfatiza en la teoría ambientalista moderada con un crecimiento económico ceñido a límites enmarcados en la conservación ambiental y el sostenimiento de condiciones sociales mínimas. Otra teoría antropocéntrica es la humanística crítica o eco–desarrollista que resalta la dimensión social y favorece el cambio en la sociedad centrado en la redefinición de las

necesidades humanas a través de un uso responsable de los recursos naturales. La dimensión ambiental se destaca desde la teoría ecologista conservacionista por una perspectiva ecocéntrica a diferencia de las dos anteriores antropocéntricas, enrolándose en posición más extrema sosteniendo un estancamiento del crecimiento económico y poblacional.

Enmarcar las actividades de las organizaciones en una u otra teoría que privilegian un aspecto por sobre los otros no implica desconocer la multidimensionalidad inherente al impacto de sus acciones. Considerar el enfoque conceptual bajo el cual se definen las relaciones estratégicas entre los diferentes actores implica reconocer el ingreso de la concepción de lo viviente en los procesos productivos (Foucault, Davidson, & Burchell, 2008). La redefinición de las misiones y funciones de las organizaciones centradas en el respeto por el medio ambiente y la biodiversidad extiende hacia los procesos de la vida el nuevo reto que ya había anunciado Foucault en los '70 en su concepción de biopolítica pues afecta no solo a la conciencia e ideas sino al cuerpo extendiéndose así a las relaciones sociales y al medio físico. En términos de la ecopolítica (Rutherford, 1999) se establece una definición de lineamientos que superen las etapas superficiales de investigación correspondientes a la maximización del potencial humano o los resultados económicos hacia la atención del planeta y la redefinición de las necesidades humanas sobre él.

Según la teoría sobre desarrollo sostenible que se aborde así será el conjunto de métricas disponibles para registrar el impacto de las acciones de la sociedad sobre el entorno (Pierri, 2005). La concepción ambientalista moderada se basa en el IWI (Índice de Enriquecimiento Inclusivo o PBI “verde” creado en 2012 en la Cumbre Río+20 para medir la riqueza medioambiental de las naciones) mientras que en la teoría humanística se emplearon (1) el HDI (el Índice de Desarrollo Humano elaborado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo) es un indicador sintético de los logros medios obtenidos en las dimensiones del desarrollo humano –como una vida larga y saludable, la adquisición de conocimientos y el acceso a un nivel de vida digno– y (2) la EF (la huella ecológica) es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana sobre los recursos existentes en relación con la capacidad ecológica del planeta para la generación de dichos recursos. El indicador Huella Ecológica –HE– proporciona la medición para el impacto ambiental ausente en las métricas anteriores atendiendo a la cantidad de recursos naturales empleados para el consumo de la vida humana (y sus desechos) en función de los recursos planetarios disponibles.

Un indicador que mide el desempeño ambiental de las organizaciones en su componente energético es la huella de carbono –HC–. Cuantitativamente identifica la cantidad de emisiones de GEI que son liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad tanto de organizaciones como de individuos identificando las fuentes de

emisiones. La HC contempla los GEI definidos en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre midiéndose en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (Frohmann, Mulder, Olmos y Herreros, 2012). La HC corresponde a todas las emisiones directas –aquellas que la organización controla en sus procesos productivos como consumo eléctrico, combustibles fósiles y embalajes– y las emisiones indirectas –las que surgen de fuentes no controladas por la organización como el transporte y reciclado del producto cuando se encuentra en poder del consumidor– (Frohmann et al., 2012).

La incidencia de los GEI en el calentamiento global es diversa, acentuándose unos por sobre otros dependiendo la actividad humana que se realice y el sector económico en el cual se inscriba. A nivel global, los GEI generados por la actividad humana responden a cinco componentes principales: el 65% de dióxido de carbono se emite por el uso de combustibles fósiles y procesos industriales, el 16% de metano por actividades agrícolas, gestión de residuos y uso de la energía entre otros, el 11% de dióxido de carbono por deforestación y otros usos de la tierra, 6% de óxido nitroso principalmente por actividades agrícolas y 2% de gases fluorados por procesos industriales (IPCC, 2014). La clasificación de la emisión de GEI en sectores económicos define seis agrupamientos: (1) el 25% para la electricidad y la producción de calor, (2) un 24% en agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, (3) la industria con el 21%; (4) el transporte con el 14%, (5) otros usos de las energías con el 10% y (6) el 6% para la construcción (IPCC, 2014).

Las universidades resultan cada vez más conscientes de los impactos producidos por la generación y emisión de GEI contemplando políticas de sostenibilidad en su quehacer ya sea que contribuyan en forma articulada con los organismos gubernamentales o a través de acciones específicas para minimizar estos efectos promoviendo hábitos y conductas saludables, participando en jornadas y campañas de sensibilización. Entre las experiencias en este sentido destaca el Plan de Desarrollo Sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela que define un conjunto de medidas tendientes al compromiso y respeto ambiental de la comunidad universitaria en el desarrollo del quehacer académico y de investigación bajo parámetros sostenibles (López Álvarez & Blanco Heras, 2008).

En el desarrollo de sus misiones fundamentales las Instituciones de Educación Superior –IES– generan un impacto en el ambiente desde el consumo energético requerido por el traslado de los integrantes de la comunidad universitaria para cumplir sus funciones en las actividades académica, de gestión, vinculación con el medio o investigación hasta los recursos que se emplean para el desarrollo de dichas actividades. Algunos de los impactos resultan fácilmente identificables a través de los residuos correspondientes a cada proceso así como los desechos

tecnológicos procedentes de la renovación impuesta por los requerimientos de software o la obsolescencia programada. Otros se localizan en la contribución al cambio climático por la emisión de gases efecto invernadero a partir del uso de fuentes energéticas tanto en el acceso a la institución como durante su estancia en ella implicando el uso de estas energías para iluminación, calefacción y transporte vehicular.

La evaluación de los efectos ambientales del quehacer universitario está adquiriendo relevancia en el número de instituciones extranjeras que se suman a la medición de la HC y de los GEI en procesos específicos. Esta conciencia ambiental sin embargo no se ha trasladado aún a nuestro país en la institucionalización de indicadores que den cuenta de los efectos de la vida académica excluyendo de esta forma a la gestión universitaria de exponer los resultados de sus acciones más allá de las dimensiones tradicionales. La ausencia de la consideración sobre los efectos de las acciones de la institución sobre el medio físico puede observarse tanto en la falta del componente ambiental en el conjunto de métricas empleadas para evaluar el impacto de su quehacer expuesto a través de rankings universitarios en índices como el *QS World University Rankings* y el *Cybermetrics University Ranking*. A nivel internacional, existen destacadas experiencias que evalúan el accionar de la universidad en su ambiente como en Colombia y Chile a través de la elaboración de memorias de sostenibilidad o balances sociales, sin embargo, es una práctica que aún no se refleja en el *ethos* universitario de nuestro país.

En consonancia con el crecimiento de la población mundial, la matrícula universitaria argentina se encuentra en franco ascenso en particular en los períodos signados por crisis socio-económicas de las últimas décadas como la salida de la convertibilidad y la crisis del 2008, con más de 2.250.000 personas que acceden a la educación superior entre estudiantes y nuevos inscriptos para el año 2013 y una tasa bruta de educación superior del 51% en el 2001 al 77% para la población de 20 a 24 años para 2013 (Ministerio de Educación de la Nación, 2013). En la Universidad Nacional de Mar del Plata –UNMdP–, la incorporación del ingreso irrestricto en el año 2015 se erige como una oportunidad de democratización del acceso a la educación superior para toda la comunidad, manifestándose en un incremento para la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales del 30% de su matrícula.

Este aumento en la cantidad de inscriptos tiene su impacto directo en el desplazamiento de los estudiantes para cursar sus estudios. Según su nivel socio-económico, con más del 50% emergente de escuelas privadas y con niveles de escolarización terciario y superior de los padres para el cursado de una carrera profesionalista, se estiman valores de acceso al transporte público por encima del 60% según la presentación efectuada por las agrupaciones estudiantiles ante el Concejo Deliberante de la Municipalidad del Partido de General

Pueyrredon para la consecución de la gratuidad del boleto (Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 2011; Diario La Capital – Mar del Plata, 2014).

Esta situación lleva a un mayor desplazamiento en automóviles propios o de terceros para el estudiantado con un incremento del efecto invernadero y de la temperatura media mundial por la mayor presencia de dióxido de carbono en la atmósfera debido a las emisiones de los vehículos en los recorridos hacia y desde la Facultad que deben realizar los estudiantes diariamente (IPCC, 2014). Nuestro trabajo se plantea en el desarrollo de la medición de las emisiones de uno de los GEI, el dióxido de carbono, sujeto a las actividades de movilidad y asistencia a clase –iluminación, uso de equipamiento informático por el docente– para comparar con una situación futura donde el traslado sea eliminado y el gasto energético y de acceso a internet se descentraliza, quedando a cargo de los usuarios, y por lo tanto también, las emisiones de gases.

## **Metodología**

Se desarrolla una investigación de tipo cuantitativa con técnicas de observación directa y análisis de fuentes secundarias. A través de un estudio descriptivo se propone analizar el impacto de la virtualización del primer cuatrimestre del 5to. año de la carrera de Contador Público de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la UNMdP en la generación de uno de los gases de efecto invernadero causante del cambio climático, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Se adopta la metodología de cálculo desarrollada por López Álvarez & Blanco Heras (2008) que considera desde la perspectiva ambiental a la universidad “ ... como un sistema integrado dentro de su entorno, con entradas asociadas al consumo de recursos naturales: agua, materiales (construcción de edificios), papel y combustibles fósiles (energía eléctrica, energía calorífica, movilidad) y salidas (producción de residuos)” centrado el análisis en las emisiones producidas por transporte (movilidad docente y estudiantil) y energía eléctrica.

El análisis se desarrolla en dos etapas, en la primera se realiza un estudio de la situación actual –sin virtualizar– y en la segunda del consumo energético bajo el supuesto de la virtualización sobre los espacios curriculares del primer cuatrimestre del 5to. año de la carrera de grado. En ambos casos se consideran las categorías de iluminación, equipo informático y conexión a internet en el consumo de energía eléctrica y el traslado en automóvil para la movilidad (Tabla N°1). Se establecen los parámetros de cálculo para las dos etapas basados en la recopilación de información disponible en el calendario académico de la Facultad (70 días de clase con 2 encuentros semanales por asignatura y 2 docentes por cada comisión), los registros sobre inscripciones en los sistemas informáticos (240 estudiantes inscriptos en el primer cuatrimestre del 5to. año y una asignación de 16 docentes) y sobre infraestructura,

estos últimos a través de observación directa (140 luminarias en un total de 8 aulas asignadas).

La estimación sobre la emisión de dióxido de carbono se realiza multiplicando el consumo energético por el factor de emisión referido a la energía eléctrica (Leiva Mas, Rodríguez Rico & Martínez Nodal, 2012).

Emisión de CO <sub>2</sub> = Factor de conversión * (consumo de energía eléctrica)
--

Tabla N°1: *Composición de las emisiones de dióxido de carbono por consumo energético según los escenarios de virtualización de la enseñanza. FCEyS-UNMDP – 2017.*

Fuente: Elaboración propia

Escenario	Ámbito de aplicación	Emisiones por consumo energético			
		Iluminación	Equipo informático	Conexión a internet	Traslado en vehículo automotor
Actual	Aulas	X	X	-	-
	Movilidad docente	-	-	-	X
	Movilidad estudiantil	-	-	-	X
	Hogar (docente)	-	-	-	-
	Hogar (estudiante)	-	-	-	-
Futuro	<i>Aulas</i>	-	-	-	-
	<i>Movilidad docente</i>	-	-	-	-
	<i>Movilidad estudiantil</i>	-	-	-	-
	<i>Hogar (docente)</i>	X	X	X	-
	<i>Hogar (estudiante)</i>	X	X	X	-

En el cálculo de la situación actual, se analiza el consumo energético efectuado en los espacios áulicos asignados a las materias del 5to. año de la carrera de Contador Público en la sede de la Facultad en el Complejo Universitario Manuel Belgrano por el uso de luminarias y de equipamiento informático por el docente en el desarrollo de su actividad así como el consumo de combustible por traslados en vehículos automotores. Para el cálculo del consumo energético se dispone del número de comisiones según asignación áulica semanal y la distribución de luminarias en cada aula (Tabla N° 2, Tabla N° 3). Se estima para la movilidad docente y estudiantil una distancia promedio desde su hogar hasta la Facultad de 4 km. es decir un recorrido total de 8 km para el trayecto de ida y vuelta con porcentajes de uso del 40% para los estudiantes (Informe de Autoevaluación Institucional, 2011; Diario La Capital-Nota FUA Boleto Estudiantil, 2014).

Se considera para los vehículos en Argentina un factor de emisión entre 190 y 230 g CO<sub>2</sub>/km según utilicen Gas Natural Comprimido –GNC–, *diesel* o nafta adoptando un valor promedio

210 g CO<sub>2</sub>/km.<sup>1</sup>. La frecuencia del transporte público se mantiene independiente de esta variación en el número de usuarios que emplean el servicio por lo cual no se considera una disminución en su frecuencia.

Para la determinación de la situación futura en el uso de energía eléctrica se supone el consumo en el hogar de estudiantes y docentes, con el empleo de una lámpara de bajo consumo de 11 watt. En este caso, la emisión de CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico, para Argentina en el año 2015 es de 0.535 tnCO<sub>2</sub>/Mwh<sup>2</sup>. Para la estimación de las emisiones del consumo generado por el equipo informático se supone que un tercio de los estudiantes y docentes emplean una computadora de escritorio y dos tercios una *notebook–netbook–tablet* (CESSI, 2012; ENTIC, 2015; INTI, 2017). Se estima un consumo de 150 w para una PC de escritorio o portátil y 250 w para un monitor por hora (Gelenbe y Caseau, 2015). La estimación del acceso a internet para los hogares de docentes y estudiantes una emisión de CO<sub>2</sub> de 0,02 g/s por conexiones domiciliarias (72 g/h).

Tabla N°2: *Distribución semanal de comisiones correspondientes a las asignaturas dispuesta por el plan de carrera según aulas y horarios*

Fuente: Elaboración propia

Asignatura	Hs.	Días	Aula	Horario		Comisión
Impuestos II	6	martes y viernes	12 y 11	14.30	17.30	6
		martes y viernes	11 y 6	17.30	20.30	11
		martes y viernes	12	19.30	22	12
		miércoles y viernes	8 y 6	8	10.30	1
Información para Control Gerencial	6	lunes	13	17.30	19.30	11
		jueves	2 y 15	18	21	11 y 12
Empresas en Crisis. Títulos de Crédito	4	lunes	1	19.30	22	11
		miércoles	13			

Tabla N°3: *Distribución semanal de comisiones por asignaturas según aulas y horarios*

Fuente: Elaboración Propia

Aula	N° de luminarias <sup>3</sup>	Hs. semanales	Total (w)
1	30	2,5	75
2	16	3	48
6	16	11	176

<sup>1</sup> Argentina no cuenta con una normativa ni controles para limitar las emisiones CO<sub>2</sub> de los vehículos. Las filiales automotrices argentinas no informan sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. Los vehículos en Argentina están equipados con motores menos eficientes que los europeos, por lo tanto son más contaminantes.

<sup>2</sup> El factor de emisión de CO<sub>2</sub> para el consumo eléctrico se basa en el margen operativo (MO). El MO se calcula a través del método simple, se define como el promedio ponderado de las emisiones por unidad de generación de energía de todas las plantas que generan para el sistema, sin incluir las unidades de generación de bajo costo (hidroeléctrica y nuclear).

<sup>3</sup> Tubos fluorescentes de 40 watt.



8	24	5	120
11	16	12	192
12	16	16	256
13	36	6,5	234
15	16	3	48
<b>Total</b>		<b>59</b>	<b>1149</b>

## Resultados

La investigación sobre la sostenibilidad de la enseñanza virtual se realiza en dos etapas: la primera propone la medición de la situación actual en términos de consumo energético en las aulas de la facultad así como en la movilidad de docentes y estudiantes que se trasladan en el cumplimiento de su actividad académica diaria en el primer cuatrimestre del último año de la carrera de Contador Público en la FCEyS. La segunda etapa estima un escenario sobre dichos consumos a partir de la virtualización de los espacios curriculares de dicho cuatrimestre para el año 2017. En el análisis se consideran las emisiones directas –iluminación y equipo informático en la institución– y las indirectas –transporte para estudiantes y docentes, conexión a internet, iluminación y equipo informático en los hogares– (Alvarez & Heras, 2008) (Tabla N°4).

Tabla N°4: *Situación actual de la composición de las emisiones de CO<sub>2</sub> para el primer cuatrimestre del 5to. año de la carrera de Contador Público de la FCEyS-UNMdP – 2017.*

Fuente: Elaboración propia

Tipo de consumo	Emisiones por consumo (cuatrimestral)					
	Factor ponderación	Factor contaminación	Consumo por unidad	Unidades de consumo	Período de consumo	Tn CO <sub>2</sub>
<b>Emisiones directas</b>						
Iluminación	1	0,535 gr CO <sub>2</sub> /wh	40 w	1149h/sem	16 sem	<b>0,3934</b>
Equipo Informático	1	0,535 gr CO <sub>2</sub> /wh	(150+250) w/D	16 D	64 h	<b>0,2191</b>
<b>Emisiones indirectas</b>						
Conexión a Internet	--	--	--	--	--	--
Traslado en vehículo automotor E	0,4	210 gr CO <sub>2</sub> /km	8 km/día E	240 E	70 días	<b>11,2896</b>
Traslado en vehículo automotor D	0,8	210 gr CO <sub>2</sub> /km	8 km/día E	16 D.	32 días	<b>0,6881</b>
<b>Total de las emisiones [tn de CO<sub>2</sub>]</b>						<b>12,5903</b>

En los resultados del estudio de la situación actual se observa una emisión elevada de dióxido de carbono para el transporte automotor con el 95% de las emisiones totales. Así las emisiones indirectas definidas en el transporte automotor empleado por docentes y estudiantes se sitúan como el principal factor en la generación de gases efecto invernadero para la comunidad, situación coincidente con la contribución del transporte en la emisión de dichos gases a nivel global del 14%. Respecto del resto de las emisiones, cabe señalar que las luminarias ya han sido reemplazadas por aquellas que ofrecen un óptimo rendimiento y la facultad sigue una política de cuidado ambiental impulsado por las unidades de gestión junto con los grupos de investigación sobre la temática basado en buenas prácticas en el uso racional de los recursos naturales.

En la segunda etapa del estudio se aborda el escenario definido por la simulación de la virtualización de los espacios curriculares del primer cuatrimestre de 5to. año de la carrera de grado de Contador Público. Los consumos que se presentan son solamente indirectos, considerando la distinción entre estudiantes y docentes a nivel domiciliario en el empleo de energía eléctrica, sin contemplar el consumo por uso de transporte en este escenario (Tabla N°5). Las emisiones de dióxido de carbono –medidas en toneladas– tienen una mayor representación en el consumo energético por el uso de equipamiento informático con el 61,6% para docentes y estudiantes diferenciando la proporción de incidencia en el total.

Tabla N°5: Situación futura de las emisiones de situación futura para el primer cuatrimestre del 5to. año de la carrera de Contador Público de la FCEyS-UNMdP – 2017.

Fuente: Elaboración propia

Tipo de consumo	Emisiones por consumo (cuatrimestral)					
	Factor ponderación	Factor contaminación	Consumo por unidad	Unidades de consumo	Período de consumo	Tn CO <sub>2</sub>
<b>Emisiones indirectas</b>						
Iluminación E	1	0,535 gr CO <sub>2</sub> /wh	11 w/E	240 E	160 h	<b>0,2260</b>
Iluminación D	1	0,535 gr CO <sub>2</sub> /wh	11 w/D	16 D	160 h	<b>0,0151</b>
Equipo Informático E	0,67	0,535 gr CO <sub>2</sub> /wh	150 w/E	240 E	160 h	<b>4,7936</b>
	0,33	0,535 gr CO <sub>2</sub> /wh	(150+250) w/E	240 E	160 h	
Equipo Informático D	0,67	0,535 gr CO <sub>2</sub> /wh	150 w/D	16 D	160 h	<b>0,3196</b>
	0,33	0,535 gr CO <sub>2</sub> /wh	(150+250) w/D	16 D	160 h	
Conexión a Internet E	1	72 gr CO <sub>2</sub> /h	10 h/sem.E	240 E	16 sem	<b>2,7648</b>
Conexión a Internet D	1	72 gr CO <sub>2</sub> /h	10 h/sem. D	16 D	16 sem	<b>0,1843</b>

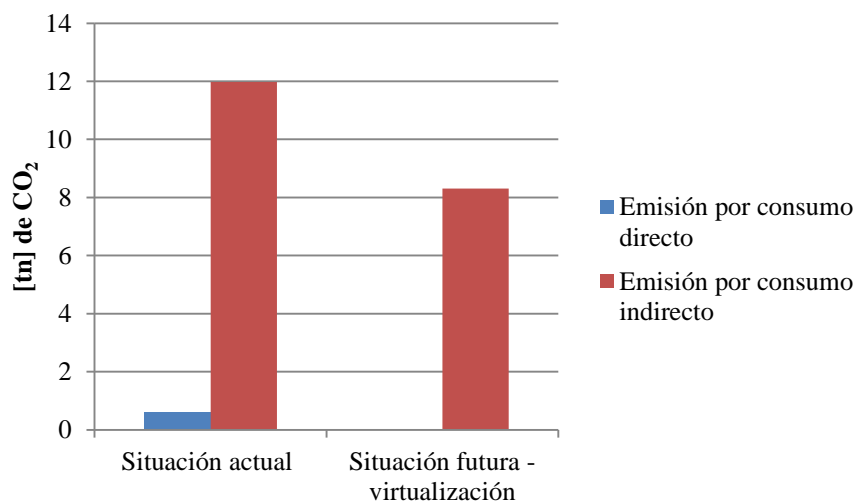
Traslado en vehículo automotor	--	--	--	--	--	--
<b>Total de las emisiones [tn de CO<sub>2</sub>]</b>						<b>8,3033</b>

El escenario futuro presenta consumo solamente de energía eléctrica, dos terceras partes del mismo corresponden a iluminación y conexión a la red eléctrica de los equipos informáticos, revelando una situación de interés sobre la identificación de la matriz energética a fin de orientar la misma a energías renovables y atender así a la sostenibilidad de los recursos empleados en esta categoría. Además, la conexión a internet representa la tercera parte del gasto energético, indicando también la necesidad de reconocer proveedores y sitios que expliciten el uso de energías limpias a fin de comprometer a un consumo sostenible en un ciclo completo.

En el escenario futuro se observa que los mayores consumos provienen del segmento estudiantil, dado el mayor número de personas que se engloban en dicha categoría. En forma comparativa entre ambos escenarios se registra una reducción del 34% por la virtualización del 5to. año de la carrera de Contador Público. El uso de energía eléctrica indirecto se incrementa al trasladar el proceso de enseñanza–aprendizaje al domicilio de estudiantes y docentes pero se ve compensado por la falta de necesidad de movilidad de los distintos actores (Gráfico N° 1). Del análisis se desprende que la variable más contributiva en la emisión de gases efecto invernadero es el uso de transporte, en este caso el traslado en automóvil efectuado por los docentes y estudiantes en el desarrollo de la actividad académica.

Gráfico N°1: *Distribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> según escenarios*

Fuente: Elaboración propia



## Conclusiones

A partir de la necesidad de adoptar una actitud responsable sobre el impacto de las acciones por la actividad humana sobre el ambiente, unido al incremento de la matrícula en un 30% en la FCEyS de la UNMdP desde el año 2015 debido al ingreso irrestricto, la demanda áulica resulta un desafío que reclama estudios no sólo para la propuesta de soluciones sino para evaluar sus efectos bajo la perspectiva ambiental. Si bien resulta un indicador del tipo primario, la medición de las emisiones de carbono para uno de los procesos del quehacer académico brinda una primera aproximación sobre las consecuencias de la implementación de la propuesta permitiendo determinar objetivamente su grado de sostenibilidad atendiendo a una perspectiva que incluye un ciclo de vida ampliado.

La virtualización del primer cuatrimestre del 5to. año de la carrera de Contador Público conlleva una reducción de los efectos dañinos en el medio físico por emisión de gases contaminantes. La disminución de los traslados de estudiantes y docentes en vehículos propios o de terceros hacia la facultad no es superada por el aumento de emisión que produce trasladar el proceso de enseñanza–aprendizaje a los hogares, considerando los consumos adicionales de energía, de equipos tecnológicos y de conexiones a internet.

Esta propuesta está enmarcada en el Objetivo de Desarrollo Sostenible Nro. 11, que implica lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Para alcanzar dicho objetivo se plantean distintas metas una de ellas es hasta el 2020 “*aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él...*”. La virtualización facilita la flexibilización del proceso de enseñanza–aprendizaje, brinda sostenibilidad a políticas inclusivas como el ingreso irrestricto y permite la reducción de las emisiones de dióxido de carbono.

Se cree fundamental consolidar la política de concientización en la comunidad universitaria frente a la magnitud de la problemática ambiental y su contribución en la reducción de los efectos del calentamiento global por causas antrópicas a través de la construcción de buenas prácticas no solo sustentadas en el uso racional de los recursos naturales sino además, a través del estudio de la sostenibilidad de los procesos organizativos.

### **Referencias bibliográficas**

Alvarez, N. L., & Heras, D. B. (2008). Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades. Santiago de Compostela. Recuperado de: [http://www.premioconama.org/conama9/download/files/CTs/987984792\\_NL%F3pez.pdf](http://www.premioconama.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NL%F3pez.pdf)

Artaraz, M. 2002. Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. Ecosistemas, 11(2)2002/2. Recuperado de: <http://www.aet.org/ecosistemas/022/informe1.htm>

- CESSI (2014). Reporte anual sobre el Sector de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina Recuperado de: [file:///C:/Users/-/Downloads/opssi\\_junio\\_2015\\_reporte\\_datos\\_2014.pdf](file:///C:/Users/-/Downloads/opssi_junio_2015_reporte_datos_2014.pdf).
- Chassoul, M.J.; Marín, R; Morales, M. A. & Fallas, M.F. (2017). Cuantificación de gases de efecto invernadero en la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica. *Revista Posgrado y Sociedad Sistema de Estudios de Posgrado Universidad Estatal a Distancia*, 15(1), p. 69-77.
- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1988). *Nuestro futuro común*. Informe Brundtland. Madrid: Alianza.
- Cybermetrics University Ranking. Ranking web de universidades.
- Daly, H. (1997). Criterios operativos para el desarrollo sostenible. In: Daly, H.; Schutze, R. (ed.) *Crisis ecológica y sociedad*. Valencia, Alemania, 15-23.
- Diario La Capital – Mar del Plata (2014). Presentan proyecto para implementar el boleto universitario gratuito. Recuperado de: <http://www.lacapitalmdp.com/presentan-proyecto-para-implementar-el-boleto-universitario-gratuito/>
- Echeverría, J. (2013). Evaluar las innovaciones y su difusión social. *Isegoría*, (48), 173-184. Recuperado de: <http://isegoria.revistas.csic.es/index.php/isegoria/article/view/816>
- ENTIC (2015). Informe preliminar sobre indicadores básicos de acceso y uso. Resultados de mayo-julio de 2015 Recuperado de [http://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/entic\\_10\\_15.pdf](http://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/entic_10_15.pdf)
- Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (2011). Informe de Autoevaluación Institucional. Recuperado de: <https://eco.mdp.edu.ar/auto>
- Foucault, M; Davidson, A. & Burchell, G. (2008). *The Birth of Biopolitics*. Lectures at the Collège de France, 1978-1979. Palgrave Macmillan.
- Frohmann, A., Mulder, N., Olmos, X., & Herreros, S. (2012). Huella de carbono y exportaciones de alimentos: Guía práctica. Recuperado de: <http://repositorio.eclac.org/handle/11362/4013>
- Gallopín, G. C. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. CEPAL. Recuperado de: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/5763>
- Gelenbe, E., & Caseau, Y. (2015). The impact of information technology on energy consumption and carbon emissions. *Ubiquity*, 2015(June). Recuperado de: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2755977>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2017). Uso eficiente de energía | Uso residencial - Artefactos Eléctricos. INTI. Recuperado de: <http://www.inti.gob.ar/energia/index.php?seccion=uResidencial>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O.; Pichs-Madruga, R., Sokona, Y. (eds.). New York: Cambridge University Press. Recuperado de: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- Leiva Mas, J. L., Rodríguez Rico, I. L., & Martínez Nodal, P. (2012). Cálculo de la huella ecológica en universidades cubanas. Caso de estudio: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. *Afinidad*, 69(557), pp. 30-34. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/268345>
- Ministerio de Educación de la Nación (2013). Estadísticas de Estadísticas Universitarias - Argentina 2013. Buenos Aires: Departamento de Información Universitaria de la Secretaría de Políticas Universitarias. Recuperado de: [http://informacionpresupuestaria.siu.edu.ar/DocumentosSPU/Anuario\\_2013.pdf](http://informacionpresupuestaria.siu.edu.ar/DocumentosSPU/Anuario_2013.pdf)

- Pierri, N. (2005). El proceso histórico y teórico que conduce a la propuesta del Desarrollo Sostenible. In: Pierri, N. y Foladori, G. (coords.) *¿Sostenibilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sostenible*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- QS World University Rankings. Recuperado de: <https://www.topuniversities.com/student-info/qs-guides>
- Rutherford, P. (1999). Ecological Modernization and Environmental Risk. In: Darier, É. (org.). *Discourses of the Environment*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Sachs, J. (2016). *La era del desarrollo sostenible*. Barcelona: Deusto.