

Fútbol y Matemática: una combinación perfecta

Guillermo Durán

CONICET / Instituto de Cálculo y Departamento de Matemática, FCEN,
Universidad de Buenos Aires
<http://mate.dm.uba.ar/~gduran/>

Física + Cultura, UNGS. 3 de Mayo de 2024

Quiénes somos?

- Colegas participando en estos proyectos:

1. Flavia Bonomo (DC-FCEN, UBA)
2. Diego Brunetti (IC-FCEN, UBA)
3. Alejandro Cataldo (PUC, Chile)
4. Andrés Farall (IC-FCEN, UBA)
5. Mario Guajardo (NHH, Noruega)
6. Javier Marengo (U. Torcuato Di Tella)
7. Jaime Miranda (U. de Chile, Chile)
8. Pablo Mislej (IC-FCEN, UBA)
9. Pablo Rey (UTEM, Chile)
10. Denis Sauré (U. de Chile, Chile)
11. Andrés Weintraub (U. de Chile, Chile)
12. Gonzalo Zamorano (U. de Chile, Chile)

Quiénes somos?

- Tesistas y becarios/as participando en estos proyectos:

1. Fernando Alarcón (U. de Chile, Chile)
2. Alejandro Álvarez (FCEN, UBA)
3. Andrés Cardemil (FCEN, UBA)
4. Sebastián Cea (U. de Chile, Chile)
5. Manuel Durán (FIUBA, UBA)
6. Santiago Durán (FCEN, UBA)
7. Pablo Galaz (U. de Chile, Chile)
8. Facundo Gutiérrez (FCEN, UBA)
9. Agustina López (FCEN, UBA)
10. Nicolás Marucho (FCEN, UBA)
11. Federico Mascialino (FCEN, UBA)
12. Iván Monardo (FCEN, UBA)
13. Daniela Sabán (FCEN, UBA)
14. Joaquín Siebert (U. de Chile, Chile)
15. Sebastián Souyris (U. de Chile, Chile)
16. Rodrigo Wolf Yadlin (U. de Chile, Chile)

Por qué trabajar en Aplicaciones desde la academia?

- Consideramos que la Universidad pública debe estar vinculada con el medio externo, trabajando en la resolución de problemas del mundo real.
- En nuestro caso, la Investigación Operativa es una disciplina que puede aportar mucho en este sentido.
- La IO consiste en el desarrollo de métodos y algoritmos capaces de analizar simultáneamente miles de variables y escenarios posibles, a fin de decidir políticas óptimas para un problema dado.

Por qué trabajar en Aplicaciones desde la academia?

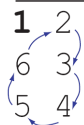
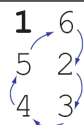
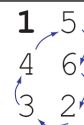
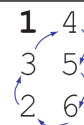
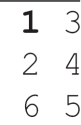
- Algunas de las posibles aplicaciones de la IO en las que hemos trabajado se encuadran en: problemas de logística y transporte, planificación de la producción, distribución eficiente de recursos humanos, diseño de redes, planificación de horarios, gestión de licitaciones, métodos cuantitativos aplicados al deporte.
- Es importante aclarar que no pretendemos transformarnos en una consultora ni competir con ellas: somos parte de la Universidad pública y como tal, nos interesa aportar a la solución de problemas del mundo real que además presenten desafíos académicos concretos.
- Esto permitirá que se generen nuevos proyectos de investigación, se publiquen nuevos trabajos, surjan nuevos temas de tesis, etc., es decir, el mundo de las aplicaciones retroalimentando a la investigación académica y viceversa.

Por qué trabajar en Aplicaciones desde la academia?

- Nuestros grupos cuentan con experiencia en proyectos de estas características, vinculados con el Estado, con el sector privado y con organizaciones sin fines de lucro.
- Presentamos a continuación algunos de los proyectos desarrollados en los últimos años con los grupos de Investigación de Operaciones de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad de Chile, aplicados al campo del deporte.

Construcción de un Fixture en un torneo *round-robin*

La construcción más sencilla del fixture de un torneo deportivo *round-robin* (todos contra todos) se hace mediante el sorteo de los lugares en una plantilla establecida de antemano, y se lo conoce como “fixture canónico”. Por ejemplo, para 6 equipos el mecanismo sería el siguiente:

fecha 1	fecha 2	fecha 3	fecha 4	fecha 5
				

A inicios de este siglo prácticamente todos los campeonatos de fútbol de Sudamérica y Europa usaban este sistema.

- Ventaja: Fácil de diseñar. Se puede hacer de manera manual sin problemas.
- Desventaja: Si se le empiezan a pedir condiciones al fixture es altamente probable que no pueda ser encontrado uno que las cumpla todas usando este sistema.

Construcción de un Fixture en un torneo *round-robin*

La cantidad de fixtures posibles para n equipos aumenta tremendamente con el número de equipos:

Número n de Equipos	Número de Fixtures
2	1
4	6
6	720
8	31.449.600
10	4×10^{14}
12	10^{25}
14	6×10^{38}

El objetivo es encontrar uno de todos estos fixtures que cumpla con las condiciones requeridas por el organizador del torneo. Notar que trabajamos con campeonatos de 16, 18, 20, o hasta incluso 26 equipos (Superliga 2018-2019).

La tarea de encontrar de manera manual un fixture que satisfaga todas las condiciones requeridas es prácticamente imposible.

Sports Scheduling: Problemas de factibilidad

- Proyecto para el diseño de los fixtures del fútbol en Chile, iniciado en 2005.
- Génesis del proyecto: visita de George Nemhauser a Santiago de Chile en 2004.
- Nemhauser es una de las figuras más importantes de los últimos tiempos en Optimización Combinatoria y contó durante su visita como hacía la programación de la liga profesional de béisbol de USA (la MLB).
- El diario El Mercurio levantó esta noticia y a partir de ahí la ANFP se contactó con nuestro grupo de la Universidad de Chile para que comenzáramos a programar el fútbol chileno.
- Desde entonces, a través de modelos matemáticos se ha programado la Primera División, a partir de 2005, la Segunda División, a partir de 2007, y la Tercera División, a partir de 2013, más ligas juveniles y copas nacionales.
- En total, más de 70 torneos programados a lo largo de estos 20 años, con importantes beneficios cualitativos y cuantitativos reportados.

Modelo Matemático de Programación Lineal Entera (n=20)

- **Variables de Decisión**

$$x_{i,j,k} \begin{cases} 1 & \text{si el equipo } i \text{ juega de local contra el equipo } j \text{ en la fecha } k \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

$$y_{i,k} \begin{cases} 1 & \text{si el equipo } i \text{ juega de local en las fechas } k \text{ y } k+1 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

$$w_{i,k} \begin{cases} 1 & \text{si el equipo } i \text{ juega de visitante en las fechas } k \text{ y } k+1 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Modelo Matemático de Programación Lineal Entera

■ Restricciones

1. Cada equipo juega contra cada uno de los otros equipos exactamente una vez:

$$\sum_k (x_{i,j,k} + x_{j,i,k}) = 1 \quad \forall i, j$$

2. En cada fecha los equipos juegan ya sea de local o de visitante:

$$\sum_j (x_{i,j,k} + x_{j,i,k}) = 1 \quad \forall i, k$$

3. De las 19 fechas, cada equipo juega al menos 9 y no más de 10 de local:

$$9 \leq \sum_j \sum_k x_{i,j,k} \leq 10 \quad \forall i, k$$

Modelo Matemático de Programación Lineal Entera

4. Cada equipo juega a lo sumo 1 vez durante el torneo 2 fechas consecutivas como local:

$$\sum_{k < 19} y_{i,k} \leq 1 \quad \forall i$$

$$\sum_j (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) \leq 1 + y_{i,k} \quad \forall i, k < 19$$

5. Cada equipo juega a lo sumo 2 fechas consecutivas de visitante:

$$\sum_{k < 19} w_{i,k} \leq 1 \quad \forall i$$

$$\sum_j (x_{j,i,k} + x_{j,i,(k+1)}) \leq 1 + w_{i,k} \quad \forall i, k < 19$$

6. Si un equipo juega de local (visitante) en en las fechas 1 o 18 deberá jugar de visitante (local) en la fecha siguiente:

$$\sum_j (x_{i,j,k} + x_{i,j,(k+1)}) = 1 \quad \forall i, k \in \{1, 18\}$$

Modelo Matemático de Programación Lineal Entera

▪ Función Objetivo

Esencialmente estamos ante un problema de factibilidad. Usamos diferentes funciones objetivo, pero no es lo más importante a la hora de la resolución.

Veamos aquí una posible FO: Maximizar la disputa de partidos “atractivos” en las últimas fechas del torneo.

$$\text{máx}[\sum_k \sum_i \sum_j k \cdot x_{i,j,k}]$$

para todo (i,j) partido “atractivo”.

Resolución computacional del modelo

- Una vez escrito el modelo, se lo damos a un *solver* computacional y nos sentamos a esperar?
- Lamentablemente (o por suerte quizás) la vida no es tan fácil. Desde que resolver el modelo original directamente sólo es posible para instancias pequeñas, estos problemas suelen ser descompuestos en dos.
- En la primera etapa se utiliza un modelo para generar patrones de localías para los equipos y se le asigna un patrón a cada uno de ellos. Esto significa que la primera etapa define la condición de localía de cada equipo en cada fecha del torneo.
- El modelo de la segunda etapa es una simplificación del modelo original ya que los patrones generados hacen que muchas de las restricciones desaparezcan.
- Si esto no funciona, se itera con esta idea hasta conseguir factibilidad. Usando este esquema de descomposición se suelen conseguir buenas soluciones para las instancias del fútbol de Chile en algunas horas.

Impacto (Manual vs Modelo)

■ Resultados generales

	Apertura 2004	Clausura 2004	Apertura 2006
Público Promedio por Partido	3.756	3.557	4.953
Recaudación Promedio por Partido	\$5.852.000	\$6.095.000	\$11.803.000

■ Clásicos

	UCH v/s COLO		COLO v/s UCH		
	Apertura 2004	Clausura 2005	Clausura 2004	Clausura 2005	Apertura 2006
Público	25.743	45.236	21.750	37.420	48.996
Recaudación	\$55.900.000	\$114.879.000	\$59.967.000	\$137.394.000	\$240.557.000

	CATO v/s UCH		UCH v/s CATO		
	Clausura 2004	Apertura 2005	Apertura 2004	Clausura 2005	Apertura 2006
Público	18.093	24.450	7.881	18.292	14.409
Recaudación	\$55.173.000	\$71.499.000	\$12.241.000	\$69.099.000	\$67.466.000

	COLO v/s CATO		CATO v/s COLO		
	Apertura 2004	Apertura 2005	Clausura 2004	Clausura 2005	Apertura 2006
Público	9.887	24.352	13.333	18.138	32.654
Recaudación	\$16.575.000	\$100.408.000	\$29.595.000	\$61.074.000	\$147.442.000

Impacto

- Patidos Turísticos

IV Región

	COLO v/s LSRN		CATO v/s CQMB	
	2004	Apertura 2006	2004	Apertura 2006
Público	5.373	7.533	4.673	7.178
Recaudación	\$10.175.000	\$22.101.000	\$10.681.000	\$16.175.000

V Región

	CATO v/s EVRT		UCH v/s WDRS	
	2004	Apertura 2006	2004	Apertura 2006
Público	3.314	6.638	3.494	10.787
Recaudación	\$3.840.000	\$13.857.000	\$6.563.000	\$29.091.000

Trabajos publicados en el marco de este proyecto

- F. Alarcon, G. Durán, M. Guajardo, et al, "Operations Research Transforms Scheduling of Chilean Soccer Leagues and South American World Cup Qualifiers", Interfaces 47 (1) (2017), 52-69. Trabajo finalista en 2016 del premio Franz Edelman, el principal concurso de la Investigación Operativa a nivel mundial, organizado por INFORMS la Sociedad de OR y Management Science en USA (Orlando 2016).
- F. Alarcón, G. Durán, and M. Guajardo, "Referee Assignment in the Chilean Football League using Integer Programming and Patterns", International Transactions in Operational Research 21(3), 2014, 415-438.
- G. Durán, J. Miranda, M. Guajardo, D. Sauré, S. Souyris, A. Weintraub and R. Wolf, "Scheduling the Chilean Soccer League by Integer Programming", Interfaces 37 (2007), 539-552.
- T. Noronha, C. Ribeiro, G. Durán, S. Souyris and A. Weintraub, "A branch-and-cut algorithm for scheduling the highly-constrained Chilean soccer tournament", Lecture Notes in Computer Science 3867 (2007), 174-186.
- G. Durán, M. Guajardo and R. Wolf-Yadlin, "Operations Research Techniques for Scheduling Chile's Second Division Soccer League", Interfaces 42 (3) (2012), 273-285.

Otras experiencias (de nuestro grupo) en la programación de torneos de fútbol

- Programación de la Eliminatoria Sudamericana para el Mundial de fútbol Rusia 2018 (y la misma plantilla fue utilizada para Qatar 2022).
- Caso particular: doble-round-robin de 10 equipos. 18 fechas en 9 fechas dobles. Cada selección tiene que jugar 1L y 1V en cada fecha doble. Se busca fixture "casi espejado". Se quiere emparejar por país secuencias L-V con V-L. Formato utilizado: "formato francés" (primera fecha de la primera rueda, última de la segunda).
- Artículo publicado: G. Durán, M. Guajardo and D. Sauré, "Scheduling the South American Qualifiers to the 2018 FIFA World Cup by Integer Programming", European Journal of Operations Research 262 (3) (2017), 1109-1115.

Otras experiencias (de nuestro grupo) en la programación de torneos de fútbol

- Implementación de modelos de programación lineal entera para el fixture de la Superliga Argentina de Fútbol en las temporadas 2018-2019 y 2019-2020, y la asignación de los días y horarios del mismo torneo profesional en dichas temporadas.
- Principal desafío: el gran número de equipos que dificulta la resolución computacional (26 equipos en 2018-2019, y 24 equipos en 2019-2020).
- Artículo publicado: G. Durán, M. Guajardo, F. Gutiérrez, J. Marengo, D. Sauré and G. Zamorano, "Scheduling the Main Professional Football League of Argentina", INFORMS Journal on Applied Analytics (2021), in press.
- Trabajo finalista en 2020 del Daniel H. Wagner Prize for Excellence in the Practice of Advanced Analytics and Operations Research, uno de los principales concursos de la Investigación Operativa a nivel mundial, organizado por INFORMS la Sociedad de OR y Management Science en USA.

Otras experiencias (de nuestro grupo) en la programación de torneos de fútbol

- Programación de los torneos de divisiones inferiores de Argentina desde 2018 a 2020, también a través de la implementación de modelos de programación lineal entera.
- En este caso se busca que las distintas divisiones de un mismo equipo viajen parejo a lo largo de la temporada y para eso utilizamos un esquema de clusters geográficos.
- Artículo publicado: Durán G., Guajardo M., López A., Marengo J. and Zamorano G., "Scheduling Multiple Sports Leagues with Travel Distance Fairness: An Application to Argentinean Youth Football", *INFORMS Journal on Applied Analytics* 51 (2) (2021), 136-149.

Otras experiencias (de nuestro grupo) en la programación de torneos de fútbol

- Implementación de modelos de programación lineal entera para el fixture del fútbol de Ecuador en su Primera y Segunda División desde la temporada 2019 hasta la actualidad. En 2020 tuvimos que trabajar activamente en la reprogramación de la temporada producto de la pandemia.
- Artículo publicado: Durán G., Guajardo M. and Zamorano G., “Mathematical models for rescheduling Ecuador’s 2020 professional football league season disrupted by COVID-19”’, Society and Economy 44 (1) (2022), 360-377.
- Implementación de modelos de programación lineal entera para el fixture del fútbol de Bolivia en su Primera División desde la temporada 2024.

Otras experiencias de OR (actualmente vigentes) en la programación de torneos de fútbol

- Bélgica
- Inglaterra
- Alemania
- Holanda
- Noruega
- Rusia
- Islandia

Sports Scheduling: Problemas de Optimización

- Problema clásico de la Optimización Combinatoria: Traveling Salesman Problem (TSP). Problema del viajante de comercio, que consiste en encontrar el tour óptimo para un viajante que debe visitar un conjunto de ciudades haciendo un recorrido mínimo, terminando donde inició su tour.
- Un problema con cierta analogía en el campo del Sports Scheduling es el Travelling Tournament Problem (TTP), definido por Easton, Nemhauser y Trick en 2001.
- Se trata de un torneo ficticio, basado en equipos (y ciudades) de la MLB. Se busca armar un fixture doble round robin, minimizando la distancia total de viajes.
- Se asume que ningún equipo vuelve a su casa cuando esta en una “gira” de visitante, y se establece una cota al número de partidos seguidos de visitante que se pueden jugar (en general 3).
- Hay mucha literatura sobre el TTP y algunas de sus variantes. Pero pocas aplicaciones en la práctica a torneos reales. Se conoce que instancias de 12 equipos ya son difíciles de resolver a optimalidad.

2 casos reales de variaciones del TTP en la Argentina: básquet y vóley

- Diseño de los fixtures de la Primera y Segunda División del básquet argentino desde 2014 al 2022.
- La Primera División (Liga Nacional) del básquet de Argentina está conformada por 20 equipos y consta de una fase regular de 38 partidos, seguida de playoffs para definir al campeón.
- Tiene un formato que se asemeja al que utiliza la NBA de los Estados Unidos, es decir los partidos se juegan cualquier día de la semana y no hay un fixture compacto, en el sentido que no existen fechas completas sino una serie de partidos sueltos que terminan armando el fixture definitivo.

Programación del básquetbol de Argentina

- El proyecto para la Asociación de Clubes de Básquet de la Argentina consiste en la programación del fixture que intenta reducir las distancias totales de viajes, a través de la organización de giras de visitante de 1, 2, 3 o 4 partidos, de acuerdo a lo solicitado por cada equipo.
- El fixture generado por nuestro grupo ha sido utilizado en 7 temporadas de manera exitosa (se reportan ahorros en viajes de más del 30 %). Una programación similar ha sido preparada para la Segunda División y para la Liga Femenina.
- Se resuelve en 2 etapas dado que es muy complejo abordarlo computacionalmente como un único problema, ambas encaradas a través de modelos de Programación Lineal Entera (en algún caso se ha utilizado en la primera etapa también Constraint Programming). La primera etapa determina el orden de los partidos de cada equipo y la segunda etapa determina los días de los juegos.

Programación del básquetbol de Argentina

- La resolución de la primera etapa es muy compleja desde un punto de vista computacional y requiere a veces de particionar la temporada en partes más pequeñas (y siempre demanda horas/días de tiempos de corridas). La segunda etapa tiene una resolución más sencilla (minutos de tiempos de corridas).
- Artículo: G. Durán, S. Durán, J. Marengo, F. Mascialino, P. Rey, "Scheduling Argentina's Professional Basketball Leagues: A Variation on the Relaxed Traveling Tournament Problem", European Journal of Operational Research 275(3) (2019), 1126-1138.
- Durante un par de temporadas el proyecto se extendió a la asignación eficiente de árbitros, en Primera y Segunda División, minimizando el gasto en viajes y viáticos de los mismos sujeto a una serie de restricciones de índole deportivo y logístico.
- Artículo: G. Durán, M. Guajardo and Gutiérrez F., "Efficient Referee Assignment in Argentina's Professional Basketball Leagues using Operations Research Methods", Annals of Operations Research 316 (2) (2022), 1121-1139.

Programación del básquetbol de Argentina

- Comparación entre la última temporada programada de manera manual y la primera programada mediante nuestros modelos.

Equipo	Temporada 2013-14			Temporada 2014-15		
	Km Viajados	Juegos	Promedio	Km Viajados	Juegos	Promedio
Argentino	18561	22	843.68	15255	26	586.73
Ciclista	-	-	-	16826	26	647.15
Quilmes	23546	22	1070.27	19335	26	743.65
Peñarol	25455	22	1157.05	19485	26	749.42
Weber Bahia	28347	22	1288.50	17426	26	670.23
Gimnasia Comodoro	47684	22	2167.45	37218	26	1431.46
Boca	20278	22	921.73	15632	26	601.23
Obras	20278	22	921.73	17360	26	667.69
Lanus	20278	22	921.73	18814	26	723.62
La Union	27069	22	1230.41	22013	26	846.65
Regatas	24362	22	1107.36	20121	26	773.88
San Martin	-	-	-	20484	26	787.85
Quimsa	24380	22	1108.18	19367	26	744.88
Olimpico	24305	22	1104.77	19649	26	755.73
Atenas	22087	22	1003.95	22008	26	846.46
Libertad	18401	22	836.41	18127	26	697.19
Sionista	19648	22	893.09	15419	26	593.04
Estudiantes	21131	22	960.50	18826	26	724.08
	385810		1096.05	316055		755.05

Programación del vóley de Argentina

- La liga está conformada por 12 equipos y consta de una fase regular seguida de playoffs. En la fase regular se enfrentan todos los equipos entre sí, en condición de local y visitante.
- Una característica de esta liga es que los equipos se agrupan en parejas, que se enfrentan entre sí en pares de fechas consecutivas durante cada fin de semana (week-end).
- Un week end que la pareja $A = (A_1, A_2)$ visita a la pareja $B = (B_1, B_2)$, el jueves B_1 recibe a A_2 y B_2 a A_1 , invirtiéndose los rivales el sábado.
- Este proyecto para la Asociación de Clubes Liga Argentina de Vóleybol consiste en la optimización del fixture para minimizar las distancias totales de viaje de los equipos en la liga. El fixture generado se utiliza satisfactoriamente desde 2007.

Programación del vóley de Argentina

- Nuevamente dividimos en 2 etapas la resolución del problema (muy difícil de abordar computacionalmente como un único problema).
- En la primera etapa generamos un modelo que determina las parejas de manera “inteligente” (a través de un PLE).
- En la segunda etapa se implementa un modelo que asigna los partidos, minimizando distancias de viajes pero considerando cuestiones de equidad. Se asume como siempre que no se vuelve a casa en medio de una gira de visitante. Aquí usamos alternativamente un PLE o una heurística tipo tabu-search.
- Se ven ahorros en viajes que rondan el 20 %, reduciendo también las diferencias entre el que más viaja y el que menos viaja.
- Trabajo publicado: F. Bonomo, A. Cardemil, G. Durán, J. Marengo, D. Sabán, “An application of the traveling tournament problem: The Argentine volleyball league”, Interfaces 42 (3) (2012), 245-259.

Programación del vóley de Argentina

- Comparación fixture manual vs modelos.

Temporada	Equipos	Fixture manual		
		Dist. total	Máx. dist.	Mín. dist.
2005–2006	12	135,677	15,441	9,089
2006–2007	12	135,299	13,282	9,574

Temporada	Equipos	Fixture automático		
		Dist. total	Máx. dist.	Mín. dist.
2005–2006	12	105,356	10,723	7,670
2006–2007	12	114,445	11,017	8,333
2007–2008	12	135,043	12,702	9,649
2008–2009	11	119,245	15,284	8,541
2009–2010	11	123,244	12,938	9,535
2010–2011	12	150,334	15,770	10,442
2011–2012	12	138,865	13,930	9,389
2012–2013	12	119,867	15,030	9,157
2013–2014	11	56,561	7,464	2,732

Predicción de resultados deportivos

- 3 sitios de predicciones deportivas: 301060.exactas.uba.ar (fútbol); 280777.exactas.uba.ar (básquet); 190665.exactas.uba.ar (rugby).
- Modelos estadísticos que, tomando como insumo la historia reciente de equipos o selecciones, pueden predecir las probabilidades de los resultados de cada partido. Dadas esas probabilidades, se simula el torneo millones de veces para estimar probabilidades de los posibles resultados parciales o finales del torneo.

Predicción de resultados deportivos

- Utilizado en los Mundiales de Rusia 2018 y Qatar 2022, Copas Américas 2019 y 2021, y Superliga Argentina, en el caso del fútbol. Para el Mundial de China 2019 y la Liga Nacional, en el caso del básquet. Mundiales de Rugby 2019 y 2023.
- En líneas generales con buenos resultados. Se percibe algo que intuíamos, que el básquet y el rugby son en general deportes mucho más predecibles que el fútbol.
- Trabajo enviado: A. Álvarez, A. Cataldo, G. Durán, M. Durán, P. Galaz, I. Monardo, D. Sauré, "Data Science Approach to Simulating the FIFA World Cup Qatar 2022 at a Website in Tribute to Maradona", submitted to Computational Statistics (2024).

Otros proyectos y problemas en Sports Analytics

- Análisis de Rankings: Un análisis cuantitativo (modelos estadísticos y de optimización) del ranking FIFA y del sorteo del Mundial de Fútbol.
- Artículo: Cea S., Durán G., Guajardo M, Sauré D., Siebert J. and Zamorano G., “An Analytics Approach to the FIFA Ranking Procedure and the World Cup Final Draw”, Annals of Operations Research 286 (2020), 119-146.
- Modelos matemáticos para fantasy games: cómo diseñar un “equipo inteligente” que participe en un fantasy game: la experiencia del Gran DT en Argentina.
- Reportado en: Bonomo F., Durán G. and Marengo J., “Mathematical Programming as a Tool for Virtual Soccer Coaches: A Case Study of a Fantasy Sport Game”, International Transactions in Operational Research 21 (3) (2014), 399-414.

Otros proyectos y problemas en Sports Analytics

- Inicio de un proyecto de colaboración con el Racing de Santander, de la Segunda de España.
- Diseño de técnicas de optimización y datos para problemas de *scouting*, prevención de lesiones y tácticas de juego.
- Brunetti D., Ceria S., Durán G., Durán M., Farall A, Marucho N. and Mislej P., “Data science models for football scouting: the Racing de Santander case study”, trabajo a presentarse en la 33rd European Conference on Operational Research (EURO 33rd), Copenhagen, Denmark, July 2024.