

# Algoritmos y Estructura de Datos I

Primer cuatrimestre 2012

Departamento de Computación  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires

## TP OJOTA (Organización de Juegos Olímpicos) v1.0

### Grupo 4

Integrante	LU	Correo electrónico
Nicolas Lasso	763/10	lasso.nico@gmail.com
Guido Tripodi	843/10	guido.tripodi@hotmail.com
Tomas Agustin Shaurli	671/10	zeratulzero@hotmail.com
Patricio Inzaghi	255/11	pinzaghi@dc.uba.ar

## 1. Aclaraciones

1. En el ejercicio 7, en caso de empate en medallas de oro, se compara las medallas de plata, si siguen siendo las mismas, se compara las medallas de bronce. En caso de tener las 3 medallas iguales se considera mejor al primero que se comparo. Si no hay ningun pais con medallas la lista resultante sera vacia.
2. En el ejercicio 12, consideramos a un patron, como la secuencia de paises hasta que aparece un elemento repetido sin incluirlo. Por Ej: [ Argentina, USA, Canada, Argentina, Chile ] el patron seria [ Argentina, USA, Canada ], en cambio en [ Argentina, USA, USA, Argentina, Chile ] el patron seria [ Argentina, USA ].

## 2. Resolucion

1. problema `entrenarNuevoDeporte` (a: Atleta, d: Deporte, c:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  requiere  $d \notin \text{deportes}(\text{pre}(a))$ ;  
  requiere  $0 \leq c \leq 100$ ;  
  modifica  $a$ ;  
  asegura  $\text{nombre}(a) == \text{nombre}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{sexo}(a) == \text{sexo}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{añoNacimiento}(a) == \text{añoNacimiento}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{naionalidad}(a) == \text{nacionalidad}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{ciaNumber}(a) == \text{ciaNumber}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{mismos}(\text{deportes}(a), \text{deportes}(\text{pre}(a)) : d)$ ;  
  asegura  $(\forall d \in \text{deportes}(\text{pre}(a))) \text{capacidad}(a, d) == \text{capacidad}(\text{pre}(a), d)$ ;  
  asegura  $\text{capacidad}(a, d) == c$ ;  
}
2. problema `finalizarCompetencia` (c: Competencia, posiciones: [Atleta], control: [(Atleta, Bool)]) {  
  requiere  $(\forall a \in \text{control}) \text{prm}(a) \in \text{participantes}(c)$ ;  
  requiere  $(\forall a \in \text{posiciones}) a \in \text{participantes}(c)$ ;  
  requiere  $\text{finalizada}(c) == \text{False}$ ;  
  modifica  $c$ ;  
  asegura  $\text{categoria}(c) == \text{categoria}(\text{pre}(c))$ ;  
  asegura  $\text{mismos}(\text{participantes}(c), \text{participantes}(\text{pre}(c)))$ ;  
  asegura  $\text{finalizada}(c)$ ;  
  asegura  $\text{ranking}(c) == \text{posiciones}$ ;  
  asegura  $\text{mismos}([\text{prm}(d) | d \leftarrow \text{control}], \text{lesTocoControlAntiDoping}(c))$ ;  
  asegura  $(\forall x \leftarrow \text{control}), \text{lesDioPositivo}(c, \text{prm}(x)) == \text{sgd}(x)$ ;  
}
3. problema `linfordChristie` (c: Competencia, a: Atleta) {  
  requiere  $\text{finalizada}(c) == \text{False}$ ;  
  requiere  $\text{atletaPertenezca} : a \in \text{participantes}(c)$ ;  
  modifica  $c$ ;  
  asegura  $\text{categoria}(c) == \text{categoria}(\text{pre}(c))$ ;  
  asegura  $\text{finalizada}(c) == \text{finalizada}(\text{pre}(c))$ ;  
  asegura  $\text{mismos}(a : \text{participantes}(c), \text{participantes}(\text{pre}(c)))$ ;  
}
4. problema `gananLosMasCapaces` (c: Competencia) = `result` : Bool {  
  requiere  $\text{finalizada}(c) == \text{true}$ ;  
  asegura  $\text{Result} == \text{masCapaces}(c)$ ;  
}

5. problema sancionarTramposos (c: Competencia) {  
 requiere *finalizada*(c) == true;  
 modifica c;  
 asegura *categoría*(c) == *categoría*(pre(c));  
 asegura *finalizada*(c) == *finalizada*(pre(c));  
 asegura *mismos*(participantes(c), participantes(pre(c)));  
 asegura *mismos*(lesTocoControlAntiDoping(c), lesTocoControlAntiDoping(pre(c)));  
 asegura ( $\forall a \in \text{participantes}(c)$ ) *leDioPositivo*(c, a) == *leDioPositivo*(pre(c), a);  
 asegura *ranking*(c) == *borrarPositivos*(pre(c));  
 aux *borrarPositivos* (c:competencia) : [Atleta] =  $[x | x \leftarrow \text{ranking}(c), x \notin \text{lesTocoControlAntiDoping}(c) \vee (x \in \text{lesTocoControlAntiDoping}(c) \wedge \text{leDioPositivo}(c, x) == \text{False})]$ ;  
 }
6. problema clasificóTarde (c:Competencia, a:Atleta) {  
 requiere *finalizada*(c) == True;  
 requiere  $a \notin \text{participantes}(c)$ ;  
 requiere ( $\exists d \leftarrow \text{deportes}(a)$ ),  $d == \text{prm}(\text{categoría}(c)) \wedge \text{sexo}(a) == \text{sgd}(\text{categoría}(c))$ ;  
 modifica c;  
 asegura *categoría*(c) == *categoría*(pre(c));  
 asegura *mismos*(participantes(c), participantes(pre(c)) : a);  
 asegura *finalizada*(c) == *finalizada*(pre(c));  
 }
7. problema dePaseo (j: JJOO) = result : [Atleta] {  
 asegura *mismos*(result, noParticiparon(j));  
 aux noParticiparon (j: JJOO) : [Atleta] =  $[x | k \leftarrow \text{competencias}(j), x \leftarrow \text{atletas}(j), x \notin \text{participantes}(k)]$ ;  
 }
8. problema medallero (j: JJOO) = result : [(País, [Z])] {  
 asegura *mismos*(result, extraerSinMedallas(j));  
 asegura *soloTresTiposDeMedallas* : ( $\forall p \leftarrow \text{result}, |\text{sgd}(p)| == 3$ );  
 asegura *paísesConMedallas* : ( $\forall p \leftarrow \text{result}, \text{algunaMedalla}(\text{sgd}(p))$ );  
 asegura *mejoresMedallasQueSiguiente* :  
   ( $\forall x \leftarrow [0..|\text{result}| - 1], \text{mejoresOIgualesMedallas}(\text{sgd}(\text{result}_x), \text{sgd}(\text{result}_{x+1}))$ );  
 aux mejoresOIgualesMedallas (m: [Z], p: [Z]) : Bool = *superaPorOro*(m, p);  
 aux superaPorOro (m: [Z], p: [Z]) : Bool =  
   *ifThenElse*( $m_0 > p_0$ , True, *ifThenElse*( $m_0 == p_0$ , *superaPorPlata*(m, p), False));  
 aux superaPorPlata (m: [Z], p: [Z]) : Bool =  
   *ifThenElse*( $m_1 > p_1$ , True, *ifThenElse*( $m_1 == p_1$ , *superaPorBronce*(m, p), False));  
 aux superaPorBronce (m: [Z], p: [Z]) : Bool =  
   *ifThenElse*( $m_0 > p_0$ , True,  $m_0 == p_0$ );  
 aux algunaMedalla (m: [Z]) : Bool = ( $m_0 \neq 0 \vee m_1 \neq 0 \vee m_2 \neq 0$ );  
 }
9. problema boicotPorDisciplina (j: JJOO, cat: (Deporte, Sexo), p: País) = result : Z {  
 requiere ( $\exists c \in \text{competencias}(j)$ ) *categoría*(c) == cat;  
 modifica j;  
 asegura *año*(j) == *año*(pre(j));  
 asegura *cantDias*(j) == *cantDias*(pre(j));  
 asegura *mismos*(atletas(j), atletas(pre(j));  
 asegura ( $\forall d \leftarrow [0.. \text{cantDias}(j)]$ ) *mismos*(cronograma(j, d), cronograma(pre(j), d));  
 asegura *jornadaactual*(j) == *jornadaactual*(pre(j));  
 }

```

asegura result == participantesDeLaCat(j, cat, p);
asegura ( $\forall c \leftarrow competencias(j), categoria(c) == cat$ ), ( $\forall a \leftarrow atletasDelPais(j, p)$ )  $a \notin participantes(c)$ ;
aux participantesDeLaCat (j:JJOO, cat: (Deporte, Sexo), p: País) :  $\mathbb{Z} = long([i|i \leftarrow atletasDelPais(j, p), x \leftarrow competencias(j), categoria(x) == cat \wedge i \in participantes(x)])$ ;
}

10. problema losMasFracasados (j: JJOO, p: País) = result : [Atleta] {
asegura mismos(result, masFracasados(j, p));
aux competenciasAtleta (j:JJOO, p:País, a:Atleta) : [Competencia] =  $[x|x \leftarrow competencias(j), (\exists p \in participantes(x))p == a \wedge en(prm(categoria(x)), deportes(a))]$ ;
aux atletasFracasados (j:JJOO, p:País) : [(atleta,  $\mathbb{Z}$ )] =  $[(y, |competenciasAtleta(j, p, y)|)| y \leftarrow atletasDelPais(j, p), c \leftarrow competenciasAtleta(j, y, p), \neg en(y, sub(ranking(c), 0, 2))]$ ;
aux masFracasados (j:JJOO, p:País) : [Atleta] =  $[prm(y)|y \leftarrow atletasFracasados(j, p), k \leftarrow atletasFracasados(j, p), sgd(y) \geq sgd(k)]$ ;
}

11. problema liuSong (j: JJOO, a: Atleta, p: País) {
requiere  $a \in atletas(j)$ ;
modifica j;
asegura año(j) = año(pre(j));
asegura cantDias(j) == cantDias(pre(j));
asegura jornadaActual(j) == jornadaActual(pre(j));
asegura ( $\forall d \leftarrow [1..cantDias(j)]$ )mismos(cronograma(j, d), cronograma(pre(j), d));
asegura ( $\forall h \leftarrow atletas(j), ciaNumber(h) == ciaNumber(a)$ )nacionalidad(h) == p;
asegura  $|atletas(j)| == |atletas(pre(j))|$ ;
asegura mismos(atletas(j), reemplazaAtleta(a, atletas(pre(j))));
asegura ( $\forall f \leftarrow atletas(j), ciaNumber(f) \neq ciaNumber(a)$ )( $\exists b \leftarrow atletas(pre(j))$ ) $f == b$ ;
asegura ( $\forall c \leftarrow competencias(j), q \leftarrow participantes(c), ciaNumber(q) == ciaNumber(a)$ )nacionalidad(q) == p;
asegura ( $\forall c \leftarrow competencias(j), p \leftarrow participantes(c), h \leftarrow participantes(c), ciaNumber(p) \neq ciaNumber(h)$ ),  $p \neq h$ ;
asegura ( $\forall c \leftarrow competencias(j), q \leftarrow ranking(c), finalizada(c) == True, ciaNumber(q) == ciaNumber(a)$ )nacionalidad(q) == p;
asegura ( $\forall c \leftarrow competencias(j), a \leftarrow ranking(c), finalizada(c)$ ) $a \in participantes(c)$ ;
asegura ( $\forall c \leftarrow competencias(j), q \leftarrow lesTocoControlAntiDoping(c), finalizada(c) == True, ciaNumber(q) == ciaNumber(a)$ )nacionalidad(q) == p;
asegura ( $\forall c \leftarrow competencias(j), a \leftarrow lesTocoControlAntiDoping(c), finalizada(c)$ ),  $a \in participantes(c)$ ;
asegura ( $\forall c \leftarrow competencias(j), x \leftarrow competencias(pre(j)), p \leftarrow lesTocoControlAntiDoping(c)$ )( $\exists a \leftarrow lesTocoControlAntiDoping(x)$ ) $leDioPositivo(c, p) == leDioPositivo(x, a)$ ;
aux reemplazaAtleta (a: Atleta, ls: [Atleta]) : [Atleta] =  $[i|ciaNumber(x) == ciaNumber(a)thenaelsex|x \in ls]$ ;
}

12. problema stevenBradbury (j: JJOO) = result : Atleta {
requiere algunaCompetenciaFinalizada(j);
asegura esElMenosCapaz :
( $\forall a \in atletasConOro(j), a \neq result$ )sumaDeCapacidades(result)  $\leq$  sumaDeCapacidades(a);
aux atletasConOro (j:JJOO) : [Atleta] =  $[ranking(c)_0|c \in competencias(j), finalizada(c) \wedge |ranking(c)| > 0]$ ;
aux sumaDeCapacidades (a:Atleta) :  $\mathbb{Z} = \sum[capacidad(a, d)|d \in deportes(a)]$ ;
}

13. problema uyOrdenadoAsíHayUnPatrón (j: JJOO) = result : Bool {
asegura result == verificaPaíses(j);
aux medallasDeOro (j:JJOO, p:País, d:Día) :  $\mathbb{Z} = long([x|x \leftarrow atletasDelPais(j, p), y \leftarrow cronograma(j, d), x \in participantes(y) \wedge x == ranking(y)_0])$ ;
aux paisesDelDia (j:JJOO, d:Día) : [País] =  $[nacionalidad(x)|y \leftarrow cronograma(j, d), x \leftarrow participantes(y)]$ ;
}

```

```

aux mejoresPaises (j:JJO) : [País] = [p|d ← [1..jornadaActual(j)]p ← extraerRepetidos(PaisesDelDia(j, d)), q ←
  extraerRepetidos(PaisesDelDia(j, d)), medallasDeOro(j, p, d) ≥ medallasDeOro(j, q, d) ∧ p > q];
aux patronDePaises (j:JJO) : [País] = [sub(mejoresPaises(j), 0, i - 2)|i ← [0..|mejoresPaises(j)| - 1],
  ¬sinRepetidos(sub(mejoresPaises(j), 0, i))]₀;
aux verificaPaises (j:JJO) : Bool = ∀i ∈ [0..|mejoresPaises(j)| - 1],
  ((i + |patronDePaises(j)|) ≤ |mejoresPaises(j)|) ∧
  paisesMasGrosos(j)ᵢ == mejoresPaises(j)ᵢ+|patronDePaises(j)|;
}

14. problema sequíaOlimpica (j: JJO) = result : [País] {
  asegura mismos(result, extraerRepetidos(elPeorPais(j)));
  aux atletasDelPais (j:JJO, p: País) : [Atleta] = [x|x ← atletas(j), nacionalidad(x) == p];
  aux paisesConMedallas (j:JJO) : [(País, [Bool])] = [(nacionalidad(x), [alguno(h ← (ranking(y)[0, 1, 2])
    k ← (atletasDelPais(j, nacionalidad(x))), k == h))]|x ← atletas(j), i ← [0..cantDias(j)], y ← cronograma(j, i)];
  aux lugaresDistintos (j:JJO, b:[Bool]) : [ℤ] = [x + 1|x ← [0..|b| - 1], bₓ ≠ bₓ₊₁];
  aux paisesConDiasSeparados (j:JJO) : [(País, [[Bool]])] = [(prm(x), [sub(sgd(x), cons(0, lugresDistintos(j, sgd(x)))ᵢ,
    (cons(0, lugresDistintos(j, sgd(x)))ᵢ₊₁))]|x ← paisesConMedallas(j),
    h ← [0..|cons(0, lugresDistintos(j, sgd(x)))| - 2]]];
  aux elijoLosFracasados (j:JJO) : [(pais, [[Bool]])] = [(prm(x), [y])
    |x ← paisesConDiasSeparados(j), (∀y ← sgd(x), h ← y)(h == False)];
  aux mayorCantidadDeDias (j:JJO) : [(pais, ℤ)] = [(prm(x), long(y))
    |x ← elijoLosFracasados(j), y ← sgd(x), h ← sgd(x), long(y) ≥ long(h)];
  aux elPeorPais (j:JJO) : [pais] = [prm(x)|x ← mayorCantidadDeDias(j),
    y ← mayorCantidadDeDias(j), sgd(x) ≥ sgd(y)];
}

15. problema transcurrirDia (j: JJO) {
  requiere jornadaActual(j) < cantDias(j);
  modifica j;
  asegura cantDias(j) == cantDias(pre(j));
  asegura año(j) == año(pre(j));
  asegura mismos(atletas(j), atletas(pre(j)));
  asegura (∀d ∈ [1..cantDias(pre(j))], d ≠ jornadaActual(pre(j)))mismos(cronograma(pre(j), d), cronograma(j, d));
  asegura cambiaElDia : jornadaActual(j) == jornadaActual(pre(j)) + 1;
  asegura rankingSegunMasCapaces : (∀c ∈ cronograma(pre(j), jornadaActual(pre(j))),
    finalizada(c), |participantes(c)| > 0)masCapaces(c);
  asegura unControlPorCompetencia : (∀c ∈ cronograma(pre(j), jornadaActual(pre(j))), ¬finalizada(c),
    |participantes(c)| > 0)
    |lesTocaControlAntiDoping(c)| == 1;
  asegura ifThenElse(todosLosAntiDoping > 0, 0 ≤ sonPositivos(j)/todosLosAntiDoping(j) ≤ 0,05, true);
  aux SonPositivos (j:JJO) : ℤ = long([y|x ← cronograma(j, jornadaActual(pre(j))),
    y ← LesTocaControlAntiDoping(x), LeDioPositivo(x, y)]);
  aux todosLosAntiDoping (j:JJO) : ℤ = long(concat([LesTocaControlAntiDoping(x)|
    x ← cronograma(j, jornadaActual(pre(j))), |participantes(x)| > 0]));
}

16. problema deportesNoOlimpicos (j:JJO) = result : [deporte] {
  asegura mismos(result, noCompiten(j, todosLosDeportes(j)));
  asegura (∀x ← result), (∃a ← atletas(j))x ∈ deportes(a);
  asegura (∀x ← result, y ← competencias(j))x ≠ prm(categoria(y));
  aux todosLosDeportes (j:JJO) : [deporte] = [deportes(a)|a ← atletas(j)];
  aux noCompiten (j:JJO, ds:[deporte]) : [deporte] = [d|d ← extraerRepetidos(ds), c ← competencias(j),
    d ≠ prm(categoria(c))];
}

```

```

17. problema atletaProdigio (js:[JJOO], cat:(Deporte, Sexo)) = result : Atleta {
  requiere ( $\exists j \leftarrow js, c \leftarrow competencias(j)$ )  $prm(cat) == prm(categoria(c)) \wedge sgd(cat) == sgd(categoria(c))$ ;
  asegura result  $\in competidoresOroPorCategoria(js, cat)$ ;
  asegura ( $\forall a \leftarrow competidoresOroPorCategoria(js, cat), a \neq result$ )  $añoNacimiento(result) \geq añoNacimiento(a)$ ;
  asegura ( $\exists d \in deportes(result)$ )  $d == prm(cat) \wedge sexo(result) == sgd(cat)$ ;
  aux competidoresOroPorCategoria (js:[JJOO], cat:(Deporte, Sexo)) : [Atleta] = [ranking(c)0 |  $j \leftarrow js, c \leftarrow competencias(j),$ 
     $prm(categoria(c)) == prm(cat) \wedge sgd(categoria(c)) == sgd(cat)$ ];
}

```

### 3. Tipos

```
tipo Deporte = String;  
tipo Pais = String;  
tipo Sexo = Femenino, Masculino;
```

### 4. Atleta

```
tipo Atleta {  
  observador nombre (a: Atleta) : String;  
  observador sexo (a: Atleta) : Sexo;  
  observador añoNacimiento (a: Atleta) :  $\mathbb{Z}$ ;  
  observador nacionalidad (a: Atleta) : Pais;  
  observador ciaNumber (a: Atleta) :  $\mathbb{Z}$ ;  
  observador deportes (a: Atleta) : [Deporte];  
  observador capacidad (a: Atleta, d: Deporte) :  $\mathbb{Z}$ ;  
    requiere  $d \in \text{deportes}(a)$ ;  
  
  invariante  $\text{sinRepetidos}(\text{deportes}(a))$ ;  
  invariante  $\text{ordenada}(\text{deportes}(a))$ ;  
  invariante  $\text{capacidadEnRango} : (\forall d \leftarrow \text{deportes}(a)) 0 \leq \text{capacidad}(a, d) \leq 100$ ;  
}
```

### 5. Competencia

```
tipo Competencia {  
  observador categoria (c: Competencia) : (Deporte, Sexo);  
  observador participantes (c: Competencia) : [Atleta];  
  observador finalizada (c: Competencia) : Bool;  
  observador ranking (c: Competencia) : [Atleta];  
    requiere  $\text{finalizada}(c)$ ;  
  observador lesTocoControlAntiDoping (c: Competencia) : [Atleta];  
    requiere  $\text{finalizada}(c)$ ;  
  observador leDioPositivo (c: Competencia, a: Atleta) : Bool;  
    requiere  $\text{finalizada}(c) \wedge a \in \text{lesTocoControlAntiDoping}(c)$ ;  
  
  invariante  $\text{participaUnaSolaVez} : \text{sinRepetidos}(\text{ciaNumbers}(\text{participantes}(c)))$ ;  
  invariante  $\text{participantesPerteneceenACat} :$   
     $(\forall p \leftarrow \text{participantes}(c)) \text{prm}(\text{categoria}(c)) \in \text{deportes}(p) \wedge \text{sgd}(\text{categoria}(c)) == \text{sexo}(p)$ ;  
  invariante  $\text{elRankingEsDeParticipantesYNoHayRepetidos} :$   
     $\text{finalizada}(c) \Rightarrow \text{incluida}(\text{ranking}(c), \text{participantes}(c))$ ;  
  invariante  $\text{seControlanParticipantesYNoHayRepetidos} :$   
     $\text{finalizada}(c) \Rightarrow \text{incluida}(\text{lesTocoControlAntiDoping}(c), \text{participantes}(c))$ ;  
}
```

### 6. JJOO

```
tipo JJOO {  
  observador año (j: JJOO) :  $\mathbb{Z}$ ;  
  observador atletas (j: JJOO) : [Atleta];  
  observador cantDias (j: JJOO) :  $\mathbb{Z}$ ;  
  observador cronograma (j: JJOO, dia:  $\mathbb{Z}$ ) : [Competencia];  
    requiere  $1 \leq \text{dia} \leq \text{cantDias}(j)$ ;  
  observador jornadaActual (j: JJOO) :  $\mathbb{Z}$ ;  
  
  invariante  $\text{atletasUnicos} : \text{sinRepetidos}(\text{ciaNumbers}(\text{atletas}(j)))$ ;  
  invariante  $\text{unaDeCadaCategoria} : (\forall i, k \leftarrow [0..|\text{competencias}(j)|], i \neq k)$   
     $\text{categoria}(\text{competencias}(j)_i) \neq \text{categoria}(\text{competencias}(j)_k)$ ;  
  invariante  $\text{competidoresInscriptos} : (\forall c \leftarrow \text{competencias}(j)) \text{incluida}(\text{participantes}(c), \text{atletas}(j))$ ;  
  invariante  $\text{jornadaValida} : 1 \leq \text{jornadaActual}(j) \leq \text{cantDias}(j)$ ;  
  invariante  $\text{finalizadasSiiYaPasoElDia} : \text{lasPasadasFinalizaron}(j) \wedge \text{lasQueNoPasaronNoFinalizaron}(j)$ ;
```

}

## 7. Auxiliares

```

aux algunaCompetenciaFinalizada (j:JJO) : Bool = ( $\exists x \in competencias(j)$ )finalizada(x) == true  $\wedge$  |ranking(x)| > 0;
aux ciaNumbers (as: [Atleta]) : [Z] = [ciaNumber(a) | a  $\leftarrow$  as];
aux competencias (j: JJO) : [Competencia] = [c | d  $\leftarrow$  [1..cantDias(j)], c  $\leftarrow$  cronograma(j, d)];
aux competenciasFinalizadas (j: JJO) : [Competencia] = [c | C  $\leftarrow$  [1..cantDias(j)], c  $\leftarrow$  cronograma(j, d), finalizada(c)];
aux incluida (l1, l2: [T]) : Bool = ( $\forall x \leftarrow l_1$ )cuenta(x, l1)  $\leq$  cuenta(x, l2);
aux lasPasadasFinalizaron (j: JJO) : Bool = ( $\forall d \leftarrow$  [1..jornadaActual(j)])( $\forall c \leftarrow$  cronograma(j, d))finalizada(c);
aux lasQueNoPasaronNoFinalizaron (j: JJO) : Bool =
  ( $\forall d \leftarrow$  (jornadaActual(j)..cantDias(j)))( $\forall c \leftarrow$  cronograma(j, d)) $\neg$ finalizada(c);
aux listaPositivos (c:competencia) : [Atleta] = [lesTocoControlAntiDoping(c), lesDioPositivo(c, x) == True];
aux ordenada (l: [T]) : Bool = ( $\forall i, j \leftarrow$  [0..|l| - 1])li  $\leq$  li+1;
aux sinRepetidos (l: [T]) : Bool = ( $\forall i, j \leftarrow$  [0..|l|], i  $\neq$  j)li  $\neq$  lj;
aux masCapaces (c:competencia) : Bool = ( $\forall x \leftarrow$  [0..|ranking(c)| - 1], capacidad(ranking(c)x, prm(categoria(c))) > capacidad(ran
aux atletasDelPais (j:JJO, p: País) : [Atleta] = [x | x  $\leftarrow$  atletas(j), nacionalidad(x) == p];
aux medallasDelPais (j:JJO, p:País, pos:Z) : Z = long([x | x  $\leftarrow$  atletasDelPais(j, p), y  $\leftarrow$  competencias(j),
  x == ranking(y)pos]);
aux todosLosPaises (j:JJO) : [País] = [nacionalidad(x) | x  $\leftarrow$  atletas(j)];
aux extraerRepetidos (ls: [T]) : [T] = [x | x  $\leftarrow$  [0..|ls|],  $\neg$ en(lsx, sub(ls, 0, x))];
aux obtenerMedallero (j:JJO) : [(País, [Z])] = [(x, [medallasDelPais(j, x, y)]) | x  $\leftarrow$  extraerRepetidos(todosLosPaises(j)),
  y  $\leftarrow$  [0, 1, 2]];
aux extraerSinMedallas (j:JJO) : [(País, [Z])] = [x | x  $\leftarrow$  obtenerMedallero(j), ( $\exists x \leftarrow$  sgd(x))x > 0];
aux atletasdelpaisout (cat: (Deporte, Sexo), p: País, j: JJO) : Bool = (x  $\leftarrow$  [0..|atletas(j)| - 1], p(cat(atletas(j)x))  $\neq$ 
  atletas(j)x);

```