

# Verificación de software

Verificación de un sistema bla bla

Autor:

Juan Ignacio Farizano

Trabajo Práctico Final - Ingeniería de Software II

Departamento de Ciencias de la Computación

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Universidad Nacional de Rosario

Rosario, Santa Fe, Argentina

17 de febrero de 2025

## El problema

Queremos especificar el funcionamiento del sistema *Mis Estudiantes* que utilizan directivos de escuelas primarias y secundarias para inscribir y reinscribir alumnos (por ej. promoción de grado, repitente, etc) en la base de datos del Ministerio de Educación de la provincia de Buenos Aires, lo descrito es similar al sistema existente pero simplificado para mantener una dificultad razonable para este trabajo práctico.

Un directivo desea inscribir o reinscribir a un alumno en su escuela. Cada alumno puede encontrarse en una de las siguientes situaciones:

- **Inscripto:** el alumno fue inscripto y es habilitado a cursar el grado registrado
- **Promovido:** el alumno cumplió los requisitos para promocionar el grado al cual se encuentra inscripto y es habilitado a ser inscripto en el grado siguiente o a graduarse si se encontraba en el 12avo grado
- **Repitente:** el alumno no cumplió los requisitos para promocionar de grado y debe ser inscripto en el mismo grado

Se deben especificar las siguientes operaciones:

1. **Inscribir alumno:** se inscribe por primera vez a un alumno a primer grado
2. **Reinscribir alumno:** se inscribe un alumno pre-existente al grado que corresponda según su último estado de inscripción
3. **Cerrar inscripción:** la inscripción actual es cerrada correspondientemente a si cumplió o no los requisitos para promocionar de grado
4. **Consultar graduado:** se desea consultar si un alumno se graduó

Para simplificar no diferenciamos entre primaria y secundaria, registramos desde 1er grado hasta 12avo, el último del secundario. Los requisitos para promocionar de grado se encuentran por fuera del sistema y no deben ser tenidos en cuenta.

## Designaciones

### Especificación en Z

$[ALUMNO]$

$GRADO == \mathbb{N}$

$ESTADO ::= inscripto \mid promueve \mid repite$

$REP ::= alumnoEsGraduado \mid alumnoNoEsGraduado \mid alumnoNoEncontrado$

*MisEstudiantes*

$registrados : \mathbb{P} ALUMNO$

$inscripciones : ALUMNO \rightarrow (GRADO \times ESTADO)$

*InscripcionesInv*

*MisEstudiantes*

$\text{dom } inscripciones = registrados$

*MaximoGradoInv*

*MisEstudiantes*

$\forall a : registrados \bullet (inscripciones\ a).1 \leq 12$

*MisEstudiantesInicial*

*MisEstudiantes*

$registrados = \emptyset$

$inscripciones = \emptyset$

*InscribirAlumnoOk*

$\Delta \text{MisEstudiantes}$

$\text{alumno?} : \text{ALUMNO}$

$\text{alumno?} \notin \text{registrados}$

$\text{inscripciones}' = \text{inscripciones} \cup \{\text{alumno?} \mapsto (1, \text{inscripto})\}$

$\text{registrados}' = \text{registrados} \cup \{\text{alumno?}\}$

*InscribirAlumnoRegistradoE*

$\Xi \text{MisEstudiantes}$

$\text{alumno?} : \text{ALUMNO}$

$\text{alumno?} \in \text{registrados}$

$\text{InscribirAlumno} == \text{InscribirAlumnoOk} \vee \text{InscribirAlumnoRegistradoE}$

*ReinscribirAlumnoPromovidoOk*

$\Delta \text{MisEstudiantes}$

$\text{alumno?} : \text{ALUMNO}$

$\text{alumno?} \in \text{registrados}$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).1 < 12$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).2 = \text{promueve}$

$\text{inscripciones}' = \text{inscripciones} \oplus \{\text{alumno?} \mapsto ((\text{inscripciones } \text{alumno?}).1 + 1, \text{inscripto})\}$

$\text{registrados}' = \text{registrados}$

*ReinscribirAlumnoRepitenteOk*

$\Delta$  *MisEstudiantes*

*alumno?* : *ALUMNO*

*alumno?*  $\in$  *registrados*

$(\textit{inscripciones alumno?}).1 \leq 12$

$(\textit{inscripciones alumno?}).2 = \textit{repite}$

$\textit{inscripciones}' = \textit{inscripciones} \oplus \{ \textit{alumno?} \mapsto ((\textit{inscripciones alumno?}).1, \textit{inscripto}) \}$

$\textit{registrados}' = \textit{registrados}$

*ReinscribirAlumnoNoEncontradoE*

$\Xi$  *MisEstudiantes*

*alumno?* : *ALUMNO*

*alumno?*  $\notin$  *registrados*

*ReinscribirAlumnoGraduadoE*

$\Xi$  *MisEstudiantes*

*alumno?* : *ALUMNO*

*alumno?*  $\in$  *registrados*

$((\textit{inscripciones alumno?})).1 = 12$

$((\textit{inscripciones alumno?})).2 = \textit{promueve}$

*ReinscribirAlumnoDobleInscripE*

$\Xi$  *MisEstudiantes*

*alumno?* : *ALUMNO*

*alumno?*  $\in$  *registrados*

$(\textit{inscripciones alumno?}).2 = \textit{inscripto}$

$ReinscribirAlumnoE == ReinscribirAlumnoGraduadoE \vee ReinscribirAlumnoDobleInscripE$   
 $\vee ReinscribirAlumnoNoEncontradoE$   
 $ReinscribirAlumnoOk == ReinscribirAlumnoPromovidoOk \vee ReinscribirAlumnoRepitenteOk$   
 $ReinscribirAlumno == ReinscribirAlumnoOk \vee ReinscribirAlumnoE$

$CerrarInscripcionOk$
$\Delta MisEstudiantes$ $alumno? : ALUMNO$ $estado? : ESTADO$
$alumno? \in registrados$ $inscripciones' = inscripciones \oplus \{alumno? \mapsto ((inscripciones\ alumno?).1, estado?)\}$ $registrados' = registrados$

$CerrarInscripcionEstadoInvalidoE$
$\Xi MisEstudiantes$ $estado? : ESTADO$
$estado? = inscripto$

$CerrarInscripcionAlumnoNoEncontradoE$
$\Xi MisEstudiantes$ $alumno? : ALUMNO$
$alumno? \notin registrados$

$CerrarInscripcionE == CerrarInscripcionEstadoInvalidoE \vee CerrarInscripcionAlumnoNoEncontradoE$   
 $CerrarInscripcion == CerrarInscripcionOk \vee CerrarInscripcionE$

*AlumnoEsGraduadoSiOk*

$\exists \text{MisEstudiantes}$

*alumno?* : *ALUMNO*

*rep!* : *REP*

*alumno?*  $\in$  *registrados*

$(\text{inscripciones } \textit{alumno?}).1 = 12$

$(\text{inscripciones } \textit{alumno?}).2 = \textit{promueve}$

*rep!* = *alumnoEsGraduado*

*AlumnoEsGraduadoNoOk*

$\exists \text{MisEstudiantes}$

*alumno?* : *ALUMNO*

*rep!* : *REP*

*alumno?*  $\in$  *registrados*

$(\text{inscripciones } \textit{alumno?}).1 \neq 12 \vee (\text{inscripciones } \textit{alumno?}).2 \neq \textit{promueve}$

*rep!* = *alumnoNoEsGraduado*

*AlumnoEsGraduadoNoEncontradoE*

$\exists \text{MisEstudiantes}$

*alumno?* : *ALUMNO*

*rep!* : *REP*

*alumno?*  $\notin$  *registrados*

*rep!* = *alumnoNoEncontrado*

$\textit{AlumnoEsGraduadoOk} == \textit{AlumnoEsGraduadoSiOk} \vee \textit{AlumnoEsGraduadoNoOk}$

$\textit{AlumnoEsGraduado} == \textit{AlumnoEsGraduadoOk} \vee \textit{AlumnoEsGraduadoNoEncontradoE}$

## Setlog

### Demostración en Z/Eves

**theorem** InscribirAlumnoPI

*InscripcionesInv*  $\wedge$  *InscribirAlumno*  $\Rightarrow$  *InscripcionesInv'*

**proof**[*InscribirAlumnoPI*]

*invoke* *InscribirAlumno*;  
*split* *InscribirAlumnoOk*;  
*simplify*;  
*cases*;  
*invoke* *InscribirAlumnoOk*;  
*invoke* *InscripcionesInv*;  
*equality* *substitute*;  
*reduce*;  
*next*;  
*invoke* *InscribirAlumnoRegistradoE*;  
*invoke*  $\Xi$  *MisEstudiantes*;  
*reduce*;  
*next*;

■

### Generación de casos de prueba con Fastest



*ReinscribirAlumno\_VIS*

$\text{registrados} : \mathbb{P} \text{ALUMNO}$

$\text{inscripciones} : \text{ALUMNO} \rightarrow (\text{GRADO} \times \text{ESTADO})$

$\text{alumno?} : \text{ALUMNO}$

$(\text{alumno?} \in \text{registrados})$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).1 < 12$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).2 = \text{promueve}) \vee (\text{alumno?} \in \text{registrados})$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).1 \leq 12$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).2 = \text{repite}) \vee (\text{alumno?} \in \text{registrados})$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).1 = 12$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).2 = \text{promueve}) \vee (\text{alumno?} \in \text{registrados})$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).2 = \text{inscripto}) \vee \text{alumno?} \notin \text{registrados}$

*ReinscribirAlumno\_DNF\_1*

*ReinscribirAlumno\_VIS*

$\text{alumno?} \in \text{registrados}$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).1 < 12$

$(\text{inscripciones } \text{alumno?}).2 = \text{promueve}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_34*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_1*

$\text{inscripciones} \neq \{\}$

$\{\text{alumno?} \mapsto ((\text{inscripciones } \text{alumno?}).1 + 1, \text{inscripto})\} \neq \{\}$

$\text{dom } \text{inscripciones} = \text{dom}\{\text{alumno?} \mapsto ((\text{inscripciones } \text{alumno?}).1 + 1, \text{inscripto})\}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_45*

*ReinscribirAlumno\_SP\_34*

$\text{registrados} = \{\text{alumno?}\}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_46*

*ReinscribirAlumno\_SP\_34*

$\text{registrados} \neq \{\text{alumno?}\}$

$\text{alumno?} \in \text{registrados}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_35*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_1*

$\text{inscripciones} \neq \{\}$

$\{\text{alumno?} \mapsto ((\text{inscripciones alumno?}).1 + 1, \text{inscripto})\} \neq \{\}$

$\text{dom}\{\text{alumno?} \mapsto ((\text{inscripciones alumno?}).1 + 1, \text{inscripto})\} \subset \text{dom inscripciones}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_47*

*ReinscribirAlumno\_SP\_35*

$\text{registrados} = \{\text{alumno?}\}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_48*

*ReinscribirAlumno\_SP\_35*

$\text{registrados} \neq \{\text{alumno?}\}$

$\text{alumno?} \in \text{registrados}$

*ReinscribirAlumno\_DNF\_2*

*ReinscribirAlumno\_VIS*

$\text{alumno?} \in \text{registrados}$

$(\text{inscripciones alumno?}).1 \leq 12$

$(\text{inscripciones alumno?}).2 = \text{repite}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_10*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_2*

$inscripciones \neq \{\}$

$\{alumno? \mapsto ((inscripciones\ alumno?).1, inscripto)\} \neq \{\}$

$\text{dom } inscripciones = \text{dom}\{alumno? \mapsto ((inscripciones\ alumno?).1, inscripto)\}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_21*

*ReinscribirAlumno\_SP\_10*

$registrados = \{alumno?\}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_22*

*ReinscribirAlumno\_SP\_10*

$registrados \neq \{alumno?\}$

$alumno? \in registrados$

*ReinscribirAlumno\_SP\_11*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_2*

$inscripciones \neq \{\}$

$\{alumno? \mapsto ((inscripciones\ alumno?).1, inscripto)\} \neq \{\}$

$\text{dom}\{alumno? \mapsto ((inscripciones\ alumno?).1, inscripto)\} \subset \text{dom } inscripciones$

*ReinscribirAlumno\_SP\_23*

*ReinscribirAlumno\_SP\_11*

$registrados = \{alumno?\}$

*ReinscribirAlumno\_SP\_24*

*ReinscribirAlumno\_SP\_11*

*registrados  $\neq$  {alumno?}*

*alumno?  $\in$  registrados*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_3*

*ReinscribirAlumno\_VIS*

*alumno?  $\in$  registrados*

*(inscripciones alumno?).1 = 12*

*(inscripciones alumno?).2 = promueve*

*ReinscribirAlumno\_SP\_5*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_3*

*registrados = {alumno?}*

*ReinscribirAlumno\_SP\_6*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_3*

*registrados  $\neq$  {alumno?}*

*alumno?  $\in$  registrados*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_4*

*ReinscribirAlumno\_VIS*

*alumno?  $\in$  registrados*

*(inscripciones alumno?).2 = inscripto*

*ReinscribirAlumno\_SP\_3*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_4*

*registrados = {alumno?}*

*ReinscribirAlumno\_SP\_4*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_4*

*registrados  $\neq$  {alumno?}*

*alumno?  $\in$  registrados*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_5*

*ReinscribirAlumno\_VIS*

*alumno?  $\notin$  registrados*

*ReinscribirAlumno\_SP\_1*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_5*

*registrados = {}*

*ReinscribirAlumno\_SP\_2*

*ReinscribirAlumno\_DNF\_5*

*registrados  $\neq$  {}*

ReinscribirAlumno\_VIS

```
!_____ReinscribirAlumno_DNF_1
|  !_____ReinscribirAlumno_SP_31
|  |  !_____ReinscribirAlumno_SP_39
|  |  !_____ReinscribirAlumno_SP_40
|  |
|  !_____ReinscribirAlumno_SP_32
|  |  !_____ReinscribirAlumno_SP_41
|  |  !_____ReinscribirAlumno_SP_42
|  |
|  !_____ReinscribirAlumno_SP_33
```

```

| | !_____ReinscribirAlumno_SP_43
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_44
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_34
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_45
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_46
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_35
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_47
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_48
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_36
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_49
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_50
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_37
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_51
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_52
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_38
|   !_____ReinscribirAlumno_SP_53
|   !_____ReinscribirAlumno_SP_54
|
|
!_____ReinscribirAlumno_DNF_2
| !_____ReinscribirAlumno_SP_7
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_15
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_16
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_8
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_17
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_18
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_9
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_19
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_20

```

```

| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_10
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_21
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_22
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_11
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_23
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_24
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_12
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_25
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_26
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_13
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_27
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_28
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_14
|   !_____ReinscribirAlumno_SP_29
|   !_____ReinscribirAlumno_SP_30
|
|
!_____ReinscribirAlumno_DNF_3
| !_____ReinscribirAlumno_SP_5
| !_____ReinscribirAlumno_SP_6
|
!_____ReinscribirAlumno_DNF_4
| !_____ReinscribirAlumno_SP_3
| !_____ReinscribirAlumno_SP_4
|
!_____ReinscribirAlumno_DNF_5
    !_____ReinscribirAlumno_SP_1
    !_____ReinscribirAlumno_SP_2

ReinscribirAlumno_VIS
    !_____ReinscribirAlumno_DNF_1

```

```

| !_____ReinscribirAlumno_SP_34
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_45
| | | !_____ReinscribirAlumno_SP_45_TCASE
| | |
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_46
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_46_TCASE
| |
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_35
| !_____ReinscribirAlumno_SP_47
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_47_TCASE
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_48
| !_____ReinscribirAlumno_SP_48_TCASE
|
|
|
!_____ReinscribirAlumno_DNF_2
| !_____ReinscribirAlumno_SP_10
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_21
| | | !_____ReinscribirAlumno_SP_21_TCASE
| | |
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_22
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_22_TCASE
| |
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_11
| !_____ReinscribirAlumno_SP_23
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_23_TCASE
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_24
| !_____ReinscribirAlumno_SP_24_TCASE
|
|
|
!_____ReinscribirAlumno_DNF_3

```



```

| !_____ReinscribirAlumno_SP_5
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_5_TCASE
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_6
|   !_____ReinscribirAlumno_SP_6_TCASE
|
|
!_____ReinscribirAlumno_DNF_4
| !_____ReinscribirAlumno_SP_3
| | !_____ReinscribirAlumno_SP_3_TCASE
| |
| !_____ReinscribirAlumno_SP_4
|   !_____ReinscribirAlumno_SP_4_TCASE
|
|
!_____ReinscribirAlumno_DNF_5
  !_____ReinscribirAlumno_SP_1
  | !_____ReinscribirAlumno_SP_1_TCASE
  |
  !_____ReinscribirAlumno_SP_2
    !_____ReinscribirAlumno_SP_2_TCASE

```

*ReinscribirAlumno\_SP\_45\_TCASE* \_\_\_\_\_

*ReinscribirAlumno\_SP\_45*

*ReinscribirAlumno\_SP\_46\_TCASE* \_\_\_\_\_

*ReinscribirAlumno\_SP\_46*

*ReinscribirAlumno\_SP\_47\_TCASE* \_\_\_\_\_

*ReinscribirAlumno\_SP\_47*

*ReinscribirAlumno\_SP\_48\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_48*

*ReinscribirAlumno\_SP\_21\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_21*

*ReinscribirAlumno\_SP\_22\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_22*

*ReinscribirAlumno\_SP\_23\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_23*

*ReinscribirAlumno\_SP\_24\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_24*

*ReinscribirAlumno\_SP\_5\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_5*

*ReinscribirAlumno\_SP\_6\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_6*

*ReinscribirAlumno\_SP\_3\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_3*

*ReinscribirAlumno\_SP\_4\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_4*

*ReinscribirAlumno\_SP\_1\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_1*

*registrados* =  $\emptyset$

*inscripciones* =  $\emptyset$

*alumno?* = *aLUMNO1*

*ReinscribirAlumno\_SP\_2\_TCASE*

*ReinscribirAlumno\_SP\_2*

*registrados* =  $\{aLUMNO1\}$

*inscripciones* =  $\emptyset$

*alumno?* = *aLUMNO1*