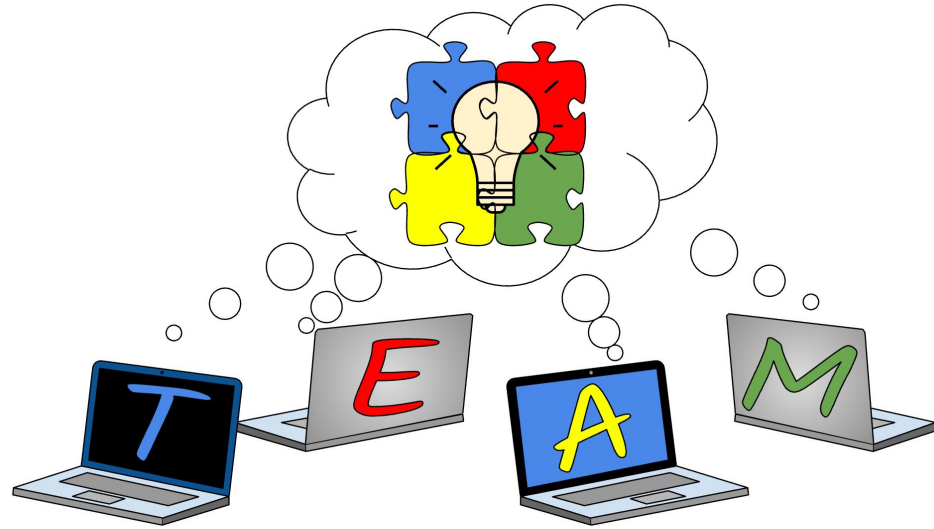


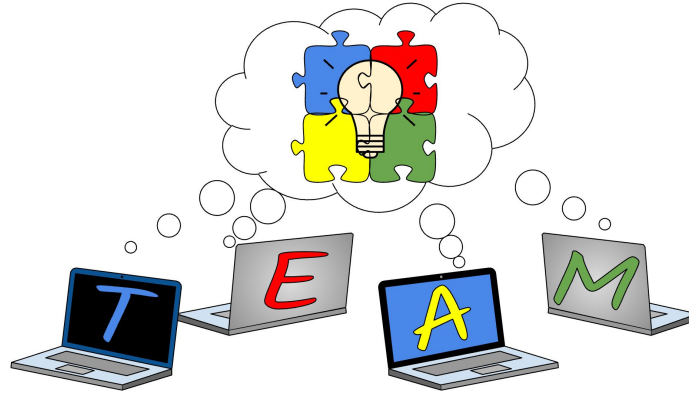
# Problema Google Mentorship and Teamwork

*Team Formation Problem (TFP)  
with multiple teams and mentorship*

*Problema de formação de times com  
várias equipes e mentoria*

# Situação Problema





## *Atributos:*

- *Lista de contribuidores que já dominaram várias habilidades*
- *Lista de projetos com diferentes requisitos de habilidades.*

## *Mentoria:*

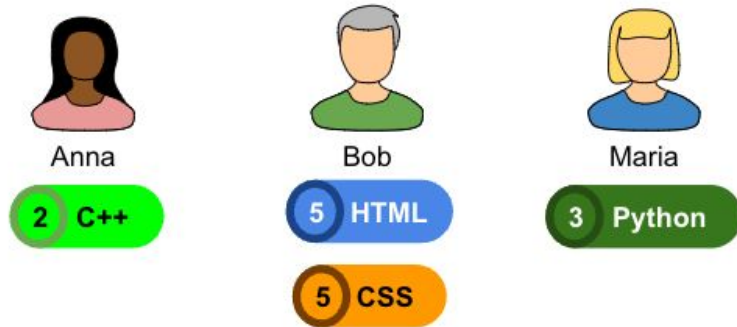
- *Os contribuidores podem melhorar suas habilidades concluindo projetos e podem orientar uns aos outros para trabalhar em funções nas quais não poderiam ter sucesso por conta própria.*

## *Problema:*

- *Atribuir contribuidores a funções de projeto que atendam às suas qualificações e maximizar a pontuação dos projetos concluídos.*

## Contribuidores:

Existem  $N$  contribuidores. Cada contribuidor tem um nome e uma ou mais habilidades em um nível específico  $(0, 1, 2, \dots)$ . Não possuir uma habilidade é equivalente a possuir uma habilidade no nível 0.



Contribuidores \ Skills	C++	HTML	CSS	Python
Anna	2	0	0	0
Bob	0	5	5	0
Maria	0	0	0	3

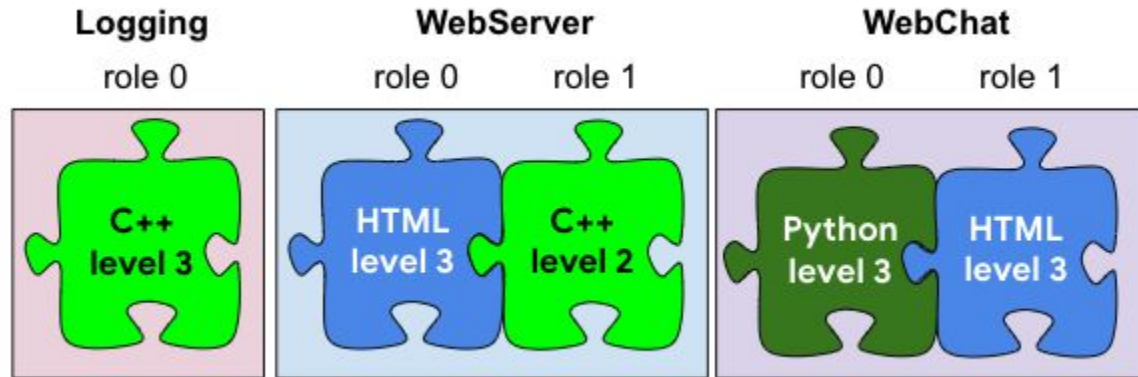
*Existem  $M$  projetos.  
Cada projeto é descrito por:*

- *seu nome*
- *a duração do projeto em dias*
- *a pontuação atribuída pela conclusão do projeto*
- *o tempo “de validade” em dias – se o último dia de trabalho do projeto for estritamente antes do dia indicado, ele ganha a pontuação total.*

*Obs: Se estiver atrasado (ou seja, o projeto ainda estiver sendo trabalhado durante ou após o “validade”), ele ganha um ponto a menos para cada dia de atraso, mas não menos que zero pontos.*

- *uma lista de funções para contribuidores que trabalham no projeto*

*Obs: Cada projeto tem uma ou mais funções que precisam ser preenchidas pelos contribuidores . Cada função requer uma habilidade em um nível específico e pode ser preenchida por um único contribuidor. Cada contribuidor pode preencher no máximo uma função em um único projeto.*



Projetos \ Skills	C++	HTML	CSS	Python
Logging	3	0	0	0
WebServer	2	3	0	0
WebChat	0	3	0	3

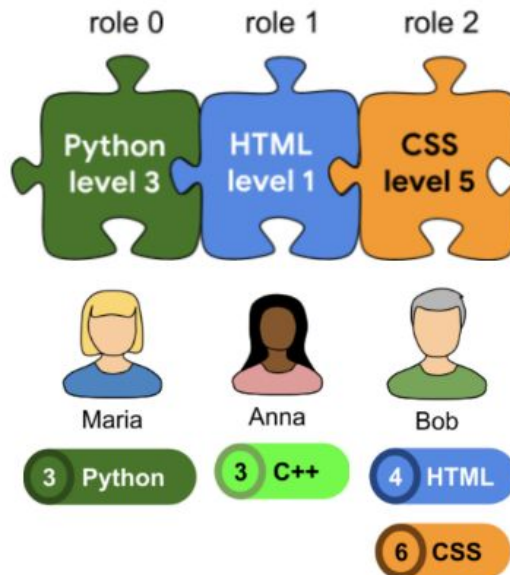
Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
Logging	5	10	5
WebServer	7	10	7
WebChat	10	20	20

*Um contribuidor pode ser atribuído a um projeto para uma função específica (no máximo uma função em um único projeto), se:*

- *ter a habilidade no nível exigido ou superior; ou*
- *ter a habilidade exatamente em um nível abaixo do nível exigido, somente se outro colaborador no mesmo projeto (atribuído a outra função), tiver essa habilidade no nível exigido ou superior. Nesse caso, o colaborador será orientado por seu colega*
- *Um colaborador pode orientar várias pessoas ao mesmo tempo. Um contribuidor pode orientar e ser orientado por outros contribuidores ao mesmo tempo. (MENTORIA)*

*Obs: Não possuir uma habilidade é equivalente a possuir uma habilidade no nível 0.*

*Exemplo:*





## *Atribuições*

*Cada colaborador pode começar a trabalhar no dia 0 e pode estar trabalhando em no máximo um projeto ao mesmo tempo. Uma vez iniciado o trabalho em um projeto, seus colaboradores estarão trabalhando nele o número de dias igual à sua duração e, em seguida, estarão disponíveis para trabalhar em outros projetos.*

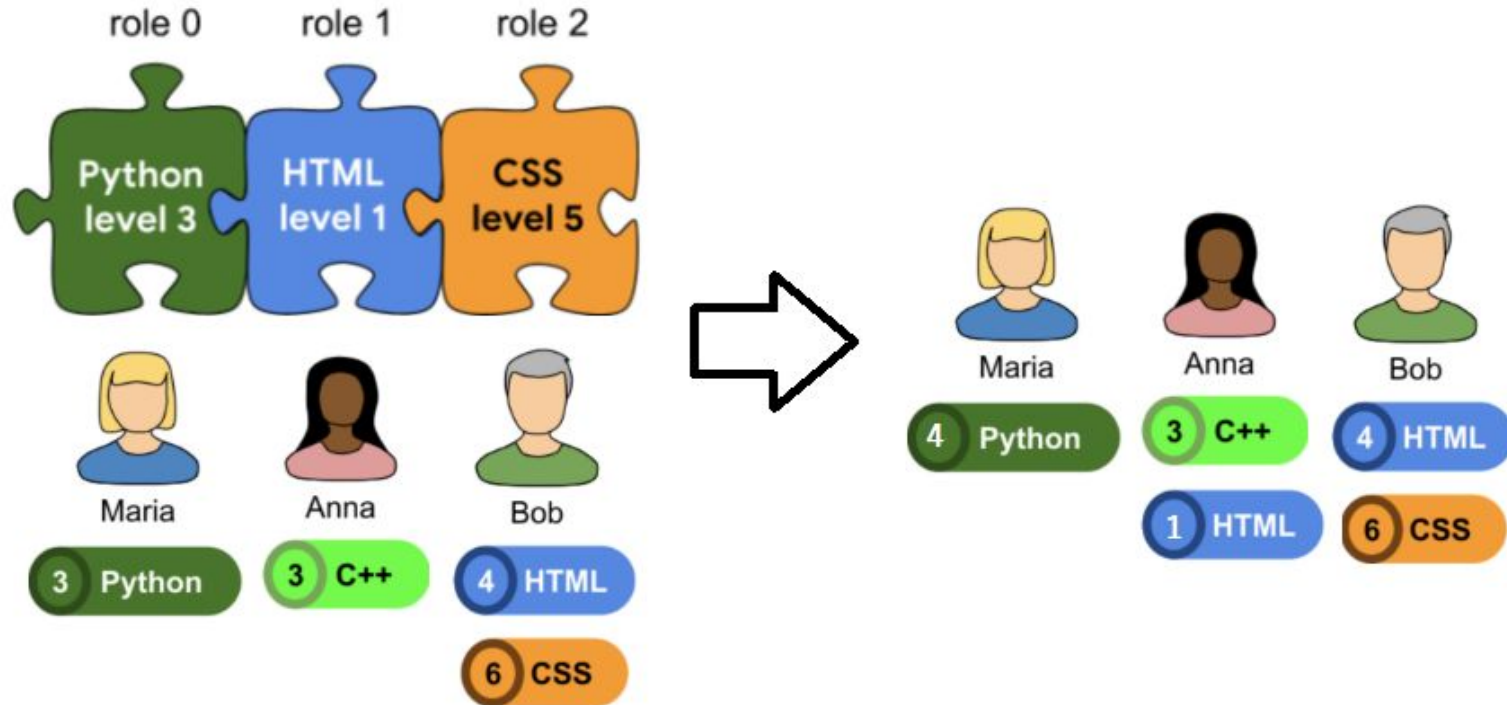
## *Exemplo:*

- *Duração de 7 dias e começa no dia 0*  
*Trabalho nos dias: dia 0, dia 1, dia 2, dia 3, dia 4, dia 5, dia 6*

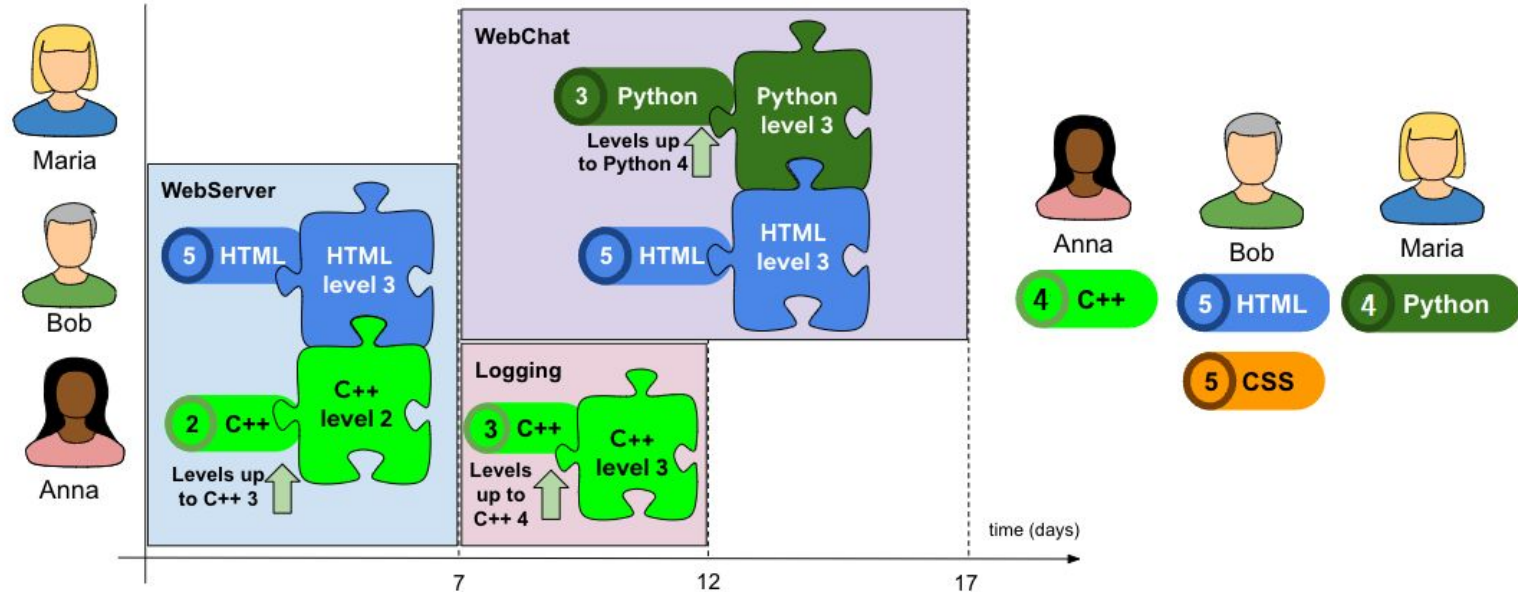
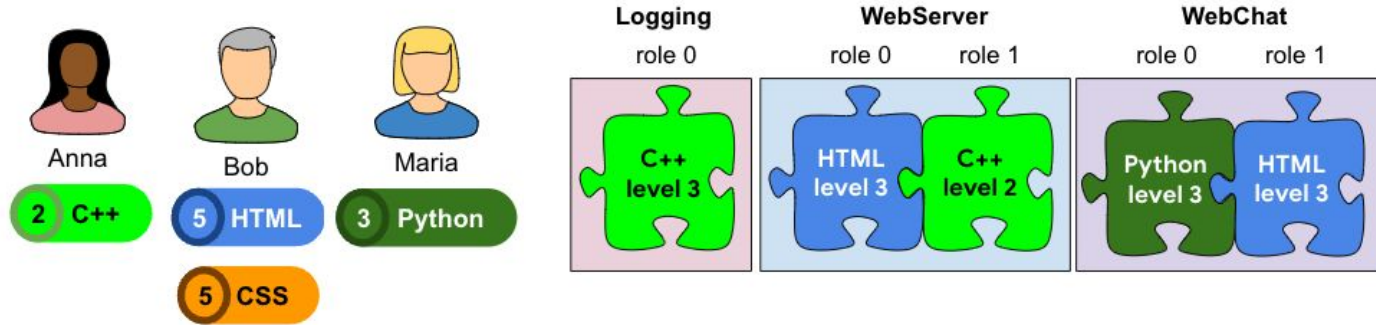
## *Aprendizado*

*Os colaboradores que trabalham em funções onde o nível de habilidade exigido era igual ou superior ao seu nível atual melhoram seu nível de habilidade em um nível. Outros contribuidores mantêm seu nível de habilidade.*

*Exemplo:*



# Exemplo



## *Pontuação:*

- *Cada colaborador só pode trabalhar em um projeto por vez.*
- *Cada projeto começa imediatamente no primeiro dia em que todos os colaboradores designados estiverem disponíveis.*
- *Cada projeto concluído com sucesso recebe sua pontuação atribuída, conforme definido no arquivo de entrada, menos pontos de penalidade por qualquer atraso.*

$$\text{Pontuação} = \text{AtributoPontuação} - \text{NumDiasAtraso}$$

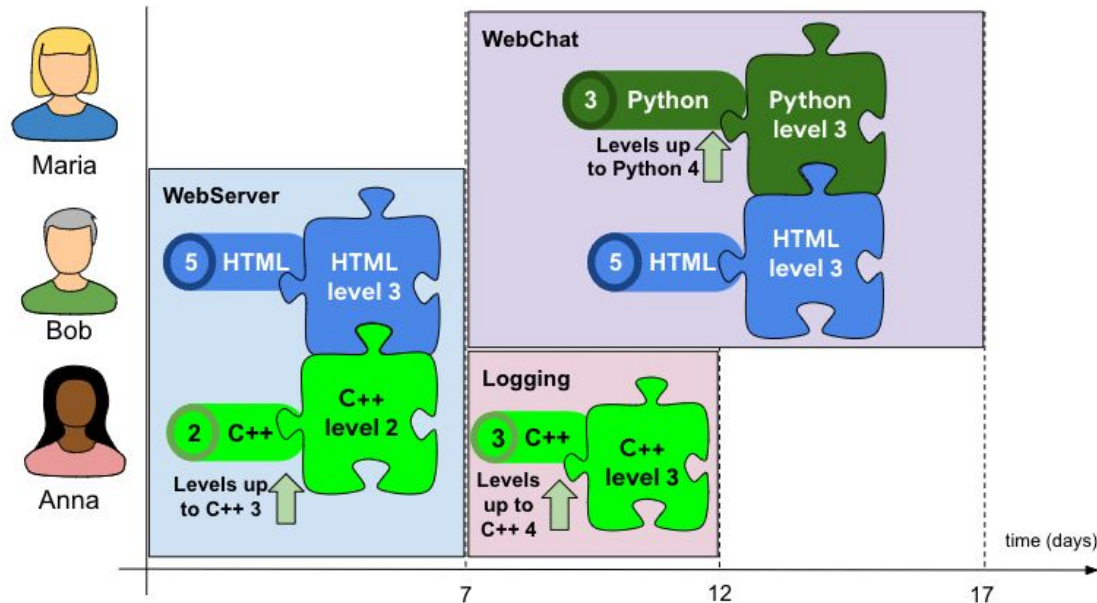
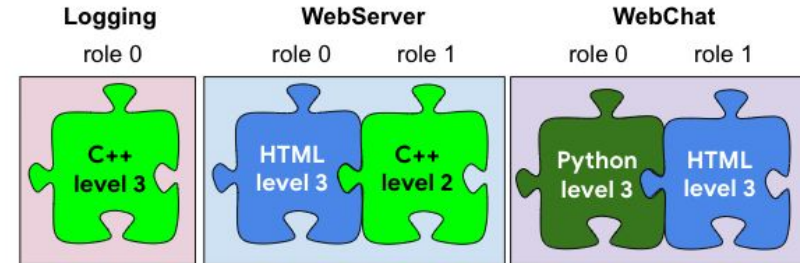
- *Se um projeto for concluído após o prazo “de validade”, ele ganha um ponto a menos para cada dia de atraso (mas não menos que zero pontos).*

*Obs: Observe que, mesmo que um projeto obtenha zero pontos, os colaboradores designados trabalharão nele (e poderão melhorar suas habilidades graças a ele).*

- *A pontuação total é a soma das pontuações de todos os projetos concluídos corretamente.*

# Pontuação - Exemplo

Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
Logging	5	10	5
WebServer	7	10	7
WebChat	10	20	20



Pontuação total:

$$\text{WebServer} = 10 - 0 = 10$$

$$\text{WebChat} = 20 - 0 = 20$$

$$\text{Logging} = 10 - (12 - 5) = 3$$

Soma dos pontos:

$$10 + 20 + 3 = 33$$

# Coleta dos Dados



- 6 Data Sets disponibilizados pelo Google
- Código em python transforma dados em tabelas (arquivo csv em tabelas)

*Exemplo: Data Set 1*

Contribuidores \ Skills	C++	HTML	CSS	Python	Projetos \ Skills	C++	HTML	CSS	Python
Anna	2	0	0	0	Logging	3	0	0	0
Bob	0	5	5	0	WebServer	2	3	0	0
Maria	0	0	0	3	WebChat	0	3	0	3

Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
Logging	5	10	5
WebServer	7	10	7
WebChat	10	20	20



## Exemplo: Data Set 2

Contribuidores \ Skills	Blockchain	JavaScript- NET	PHP- py	CloudComputing- 2+0	CloudComputing++	Accessibility- js	Angular- NET	Ajax- 3+0	Shell- py	PublicSpeaking- py	...	MATLAB	MySQL	Communication- 3+0	Assembl
MatasH	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
SergeyU	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
SergeyV	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
BakhodirW	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
LarryX	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
ClementE	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	...	0	0	0	
PhilippP	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	...	0	0	0	
StefanQ	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	...	0	0	0	
RuthX	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	...	0	0	0	
JenK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	...	0	0	0	
SergeyN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
FionaJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
HiroshiB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	...	0	0	0	
LarryO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
PhilippI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	
FionaN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	

50 rows × 36 columns



## Exemplo: Data Set 2

Projetos \ Skills	MySQL	TechWriting-js	Go-NET	Blockchain	JavaScript-2+0	Ajax-3+0	BusinessAnalysis-lib	Haskell	MATLAB	HTML++	...	Dart-lib	Angular-NET	JavaScript-NET	Communication-3+0	Accessibility-js
StadiaNextv9	3	6	9	9	3	10	6	3	4	0	...	0	0	0	0	0
SlidesNextv2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	...	0	0	0	0	0
WearOSProv2	3	0	0	0	0	4	8	0	0	0	...	0	0	0	0	0
CollectionsNextv1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0
GlassOSSv3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	...	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
FuchsiaXv6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0
ExploreMaxv4	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	...	0	0	0	5	0
WebserverProv6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	7	0	0	0
FeedBurnerMaxv1	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	...	0	0	0	0	0
AlertsUltrav2	0	0	0	0	0	0	11	0	0	3	...	0	0	1	4	0

100 rows × 36 columns

## *Exemplo: Data Set 2*

Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
StadiaNextv9	20	16813	763
SlidesNextv2	20	7950	259
WearOSProv2	19	22883	683
CollectionsNextv1	11	8246	826
GlassOSSv3	16	6354	984
...	...	...	...
FuchsiaXv6	18	4156	938
ExploreMaxv4	16	11385	852
WebserverProv6	13	2316	826
FeedBurnerMaxv1	10	3967	658
AlertsUltrav2	13	24941	649

100 rows × 3 columns

## Exemplo: Data Set 3

Contribuidores \ Skills	Creativity- js	XML- py	Creativity	R- py	BusinessAnalysis- lib	Dart- lib	Haskell- js	AI++	Bash- js	Kotlin- lib	...	R- 2+0	Ajax- 3+0	UXDesign- NET	Go- js	Communication- 3+0	Java- NET	Kotlin- js
c1198	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0
c121	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0
c26	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	...	0	0	0	0	0	0	0
c587	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	...	0	0	0	0	0	0	0
c1079	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
c497	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0
c1228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0
c567	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0
c1233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0
c392	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0

1500 rows × 200 columns

## Exemplo: Data Set 3

Projetos \ Skills	Ajax-3+0	VisualBasic-2+0	MySQL	CloudComputing-NET	PublicSpeaking-2+0	Assembly-NET	AI++	Analysis	VideoProduction-3+0	BusinessAnalysis++	...	Management-lib	Ada-lib	Analysis-3+0
ShortsZv1	11	12	12	12	12	11	12	11	11	11	...	0	0	0
KeepMaxv2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
GameZv1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
SnapshotProv4	0	0	0	20	0	0	20	0	0	20	...	0	0	0
ShoppingXv4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
StorageZv5	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	...	0	0	6
AndroidTVMaxv4	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	...	0	0	0
FeedBurnerSv1	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
AndroidXv6	0	0	4	5	5	0	0	0	0	0	...	0	0	0
CodeUltrav6	0	0	0	0	17	18	0	0	17	0	...	0	0	0

1000 rows × 200 columns

## Exemplo: Data Set 3

Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
ShortsZv1	3126	4542	54544
KeepMaxv2	3391	1698	22098
GameZv1	7252	7040	41688
SnapshotProv4	5342	25705	69986
ShoppingXv4	7327	25679	71739
...	...	...	...
StorageZv5	7201	5584	24249
AndroidTVMaxv4	3324	2900	6622
FeedBurnerSv1	7696	21325	76594
AndroidXv6	3193	1507	20746
CodeUltrav6	4622	6338	70431

1000 rows × 3 columns

*Exemplo: Data Set 4*

Contribuidores \ Skills	Blockchain++	Pascal- py	Parallelization- py	SignalProcessing- 3+0	BusinessAnalysis++	R- NET	Analysis++	Shell- lib	Pascal- 3+0	Ajax- 2+0	...
BakhodirT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
JenE	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
MichalR	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	...
RuthQ	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	...
MatasP	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
SusanM	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	...
MatasA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
StefanC	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	...
LarryV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
SergeyF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...

500 rows × 188 columns

## Exemplo: Data Set 4

Projetos \ Skills	Objective-C-2+0	Science-py	Management-lib	Communication-js	Go++	TechWriting-2+0	BigQuery-2+0	SQL-js	Assembly-lib	PublicSpeaking-NET	...
LearnZv3	5	2	4	3	6	0	0	0	0	0	...
DrawingsLitev6	0	0	0	0	0	2	3	5	5	5	...
SantaTrackerProv9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
TravelSv2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	...
SkyXv7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
SmartSv5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	...
AndroidUItrav2	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	...
DocsLitev4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
VoiceProv1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
CodeSv6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	...

1000 rows × 188 columns

## *Exemplo: Data Set 4*

Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
<b>LearnZv3</b>	12	568	4422
<b>DrawingsLitev6</b>	11	1269	4215
<b>SantaTrackerProv9</b>	19	216	1638
<b>TravelSv2</b>	11	3515	2254
<b>SkyXv7</b>	19	1934	2362
...	...	...	...
<b>SmartSv5</b>	15	6186	2563
<b>AndroidUltrav2</b>	19	4277	3111
<b>DocsLitev4</b>	10	2266	2479
<b>VoiceProv1</b>	11	2735	2441
<b>CodeSv6</b>	11	4188	1305

1000 rows × 3 columns



## Exemplo: Data Set 5

Contribuidores \ Skills	s132	s100	s652	s740	s668	s91	s411	s44	s358	s350	...	s479	s338	s659	s579	s765	s416	s533	s43	s766	s108
c574	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c376	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c312	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c752	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c620	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
c112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
c220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
c64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
c536	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
c276	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

800 rows × 800 columns

## Exemplo: Data Set 5

Projetos \ Skills	s200	s780	s606	s781	s315	s702	s45	s689	s580	s699	...	s647	s659	s692	s787	s515	s10	s740	s49	s651	s392
p9020	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p2023	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p2329	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p9298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p8958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
p4682	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p865	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p6617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p9640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
p1225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

10000 rows × 800 columns

## *Exemplo: Data Set 5*

Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
p9020	84	349	36349
p2023	50	26	28195
p2329	64	415	39145
p9298	67	425	34110
p8958	4	35	15374
...	...	...	...
p4682	79	315	47843
p865	89	127	9580
p6617	18	111	13949
p9640	2	15	11713
p1225	14	38	24403

10000 rows × 3 columns

## Exemplo: Data Set 6

Contribuidores \ Skills	s262	s56	s1	s144	s455	s201	s209	s445	s479	s26	...	s229	s351	s251	s176	s123	s416	s248	s384	s478	s179
c340	10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c830	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c524	0	0	0	0	0	9	6	1	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c689	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
c667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c906	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c447	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c615	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1000 rows × 500 columns

## Exemplo: Data Set 6

Projetos \ Skills	s52	s17	s139	s234	s112	s433	s35	s122	s204	s147	...	s162	s405	s201	s450	s379	s264	s110	s117	s334	s444
p17826	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p17435	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p5308	0	0	9	10	8	9	9	9	10	10	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p9494	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p11888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
p480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p10166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p6761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p3418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p2407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

19413 rows × 500 columns

## *Exemplo: Data Set 6*

Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
p17826	216	207	44547
p17435	631	211	34570
p5308	1507	4087	27829
p9494	554	137	35274
p11888	708	163	7819
...	...	...	...
p480	901	80	24958
p10166	404	55	47574
p6761	150	119	46206
p3418	981	178	1426
p2407	568	224	29114

19413 rows × 3 columns

# Solução ótima?

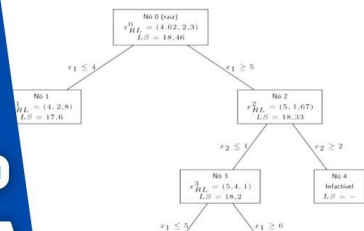


OTIMIZAÇÃO  
OTIMIZAÇÃO DISCRETA  
PESQUISA OPERACIONAL

## PROGRAMAÇÃO INTEIRA

PARTE 3

BRANCH-AND-BOUND  
ALGORITMO EXERCÍCIO  
CONCEITOS IMPORTANTES  
REGRAS DE RAMIFICAÇÃO  
BRANCH-AND-CUT BRANCH-AND-PRICE



Método *branch-and-bound*  
Algoritmo (maximização)

Entrada: Problema de programação inteira  $P$ ;

Saída: Solução ótima  $x^*$ , caso  $x^* \neq \emptyset$ ; Problema sem solução,

Passo 1: Faça  $S^0 = RL(P)$ ,  $x^* = \emptyset$ ,  $LI = -\infty$ , nós =  $\{0\}$ ;

Passo 2: Se a lista nós é vazia, então PARE!

Passo 3: Seja  $i$  o último nó não-processado da lista nós;

Passo 4: Resolva o subproblema  $S^i$  e marque  $i$  como processado;

Passo 5: Se  $S^i$  é infinito ou ilimitado, então vá para o Passo 2;

Passo 6: Se a solução ótima  $x_{HL}^i$  satisfaz  $J(x_{HL}^i) \leq LI$ , então vá pa

Passo 7: Se a solução ótima  $x_{HL}^i$  satisfaz as restrições de integralida

Se  $J(x_{HL}^i) > LI$  então  $x^* = x_{HL}^i$  e  $LI = J(x_{HL}^i)$ ;

Vá para o Passo 2;

Passo 8: Selecione uma coordenada de  $x_{HL}^i$  com valor fracionário e c

Pontuações: <https://codingcompetitions.withgoogle.com/hashcode/round/00000000008caae7>

A - An example	B - Better start small	C - Collaboration	D - Dense schedule	E - Exceptional skills	F - Find great mentors
33	969087	229517	674945	1640454	706200
33	932759	274679	384328	1599952	904867
33	909802	223267	562814	1640172	756170
33	800991	259630	173626	1587033	1194515
33	900799	259165	399105	1640492	765794
33	908709	214793	405523	1650488	783078
33	942793	266235	291722	1639983	791783
33	901217	248515	251751	1639995	861930
33	1004545	249465	344786	1616643	630759

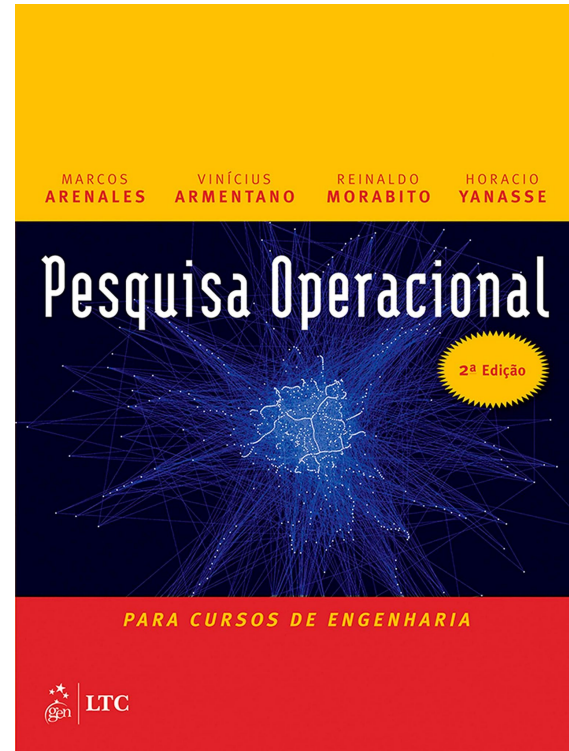


*Problema 2020:*

<https://danlark.org/2020/03/13/how-to-crack-hashcode-competition-with-some-engineering-skills/>

*Mostrou que é possível relacionar um problema passado com programação inteira.*

# Programação Matemática



## Índices:

- $i \rightarrow$  referente aos contribuidores  $(1, 2, \dots, N-1, N)$
- $j \rightarrow$  referente aos projetos  $(1, 2, \dots, M-1, M)$
- $k \rightarrow$  referente as skills  $(1, 2, \dots, L-1, L)$
- $t \rightarrow$  número de dias  $(0, 1, 2, \dots, \infty)$

## Atributos:

- $S_{ik} \rightarrow$  valor da habilidade da skill  $k$  que o contribuidor  $i$  possui
- $D_{jk} \rightarrow$  valor da demanda da skill  $k$  que o projeto  $j$  necessita
- $Time_j \rightarrow$  número de dias que o projeto  $j$  necessita para ser concluído
- $ScoreMax_j \rightarrow$  pontuação máxima que um projeto  $j$  pode ter, desde que não passou ou chegou do dia da validade
- $BB_j \rightarrow$  dia da validade do projeto  $j$  ("Best Before")

*Variáveis de decisão:*

- $X_{ijkt} = (0 \text{ ou } 1)$  - variável binária que indica se o contribuidor  $i$  foi selecionado para atuar no projeto  $j$  na função da skill  $k$  no dia  $t$ .

*Obs: Se  $X_{ijkt} = 1$  então  $X_{ijk}(t+n) = 1$  tal que  $n$  varia de  $(1, 2, \dots, \text{Time}_j - 1)$*

*Exemplo:*

*Duração de 7 dias e começa no dia 0*

*Trabalho nos dias: dia 0, dia 1, dia 2, dia 3, dia 4, dia 5, dia 6*

- $Y_j = (0 \text{ ou } 1)$  - variável binária que indica se o projeto  $j$  foi iniciado
- $Z_{jt} = (0 \text{ ou } 1)$  - variável binária que indica se o projeto  $j$  foi iniciado no dia  $t$
- $D_j = (0, 1, 2, \dots, \infty)$  - dia de início do projeto  $j$

*Obs: é necessário criar mais variáveis de decisão*

*Função objetivo:*

• *maximizar*  $f = \sum_{j=1}^M \text{Score}_j * Y_j$  em que  $\left\{ \begin{array}{l} \text{ScoreMax}_j \text{ se } D_j \leq BB_j - \text{Time}_j \\ \text{Score}_j = \text{ScoreMax}_j - ((D_j + \text{Time}_j) - BB_j) \\ \text{se } D_j > BB_j - \text{Time}_j \end{array} \right.$

*Restrições:*

•  $\sum_{t=0} Z_{jt} = 1$  para todo projeto  $j$ .

*Obs: é necessário criar mais restrições*

# Exemplo - Programação matemática

Projetos \ Info	Tempo de conclusão	Pontuação total	Dia da Validade
Logging	5	10	5
WebServer	7	10	7
WebChat	10	20	20

$$\begin{aligned}
 D1 &= 7 \\
 D2 &= 0 \\
 D3 &= 7
 \end{aligned}
 \quad
 \text{Score}_j = \begin{cases} \text{ScoreMax}_j & \text{se } D_j \leq BB_j - \text{Time}_j \\ \text{ScoreMax}_j - ((D_j + \text{Time}_j) - BB_j) & \text{se } D_j > BB_j - \text{Time}_j \end{cases}$$

Pontuação total:

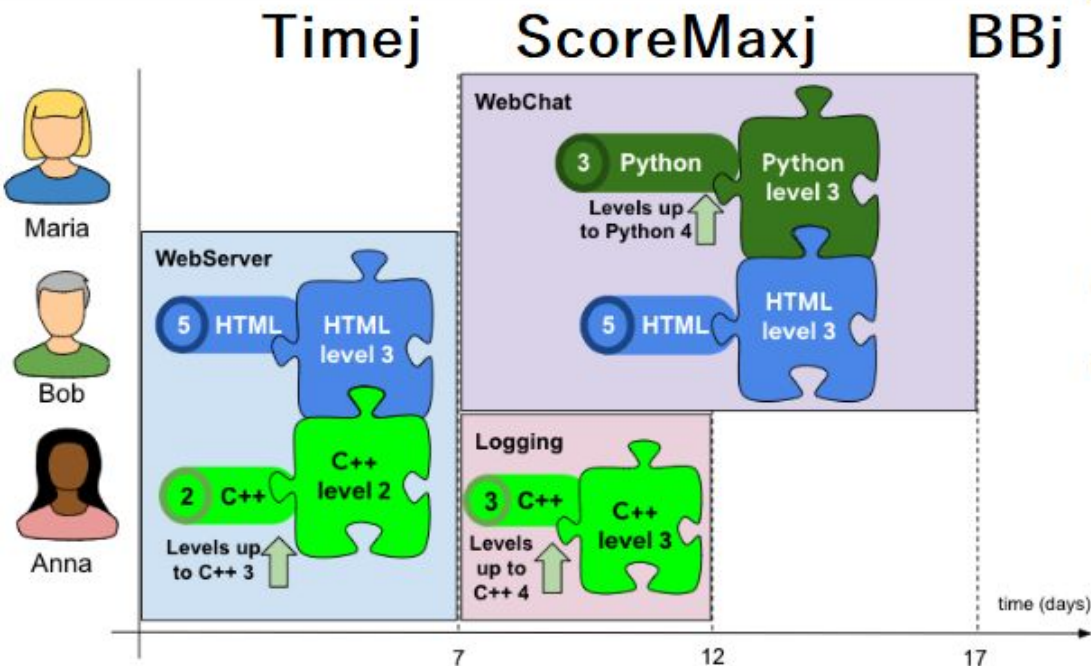
$$\text{Logging} = 10 - (12 - 5) = 3$$

$$\text{WebServer} = 10 - 0 = 10$$

$$\text{WebChat} = 20 - 0 = 20$$

Soma dos pontos:

$$10 + 20 + 3 = 33$$



# Motivação

*SIM EU POSSO !*

