

# Baze de Date

## Curs introductiv

Gabriel Dragomir  
gabriel.dragomir@cs.utcluj.ro

# Objective

- La final vor fi dobândite următoarele deprinderi:
  1. Să implementeze modele de date necesare proiectării conceptuale a unei baze de date
  2. Să implementeze o bază de date pentru un SGBD relațional conform unui set de cerințe textuale sau specificații tehnice, să implementeze scripturi pentru exploatarea bazei de date, pe baza unui set de cerințe generale, să conceapă și să optimizeze interogări pentru o bază de date folosind sintaxa limbajelor relaționale (SQL și dialecte de ex. Transact-SQL sau PL-SQL)

# Objective (continuare)

3. Să adopte cea mai bună soluție pentru normalizarea schemei unei baze de date în vederea realizării unei proiectări optimale a unei baze de date pentru anumite clase de probleme.
4. Să utilizeze un mediu de lucru integrat evoluat pentru implementarea și programarea aplicațiilor cu baze de date la nivel BD (SQL Developer - Oracle, SQL Server Management Studio, MySQL Workbench)
5. Să utilizeze un limbaj specific pentru realizarea unei aplicații cu baze de date (aplicație PHP conectată via http la o bază de date)

# Conținut

- Introducere în Baze de Date. Sisteme de Gestiune Baze de Date. Arhitectura Sistemelor de Gestiune Baze de Date.
- Structured Query Language - SQL.
- Constrângeri; Vederi.
- Aplicații cu Baze de Date.
- Modelul Relațional. Algebra Relațională.

# Conținut

- Calcul Relațional.
- Elemente de proiectare Baze de Date. Forme Normale.
- Modelul “Entity – Relationship”.
- Administrare Baze de Date. Indecși. Securitate. Tranzacții.
- XML.
- NoSQL.

# Bibliografie

- **G.C. Dragomir-Loga, Utilizarea Bazelor de Date Relaționale, Editura UTPRESS, 2011**
- **J. Ullman, H.G. Molina, J. Widom, Database Systems, Prentice Hall, 2008**
- R. Ramakrishnan, J. Gerhrke, Database Management Systems, McGraw Hill, 2002
- C. J. Date, An Introduction to Database Systems, 8<sup>th</sup> edition, Pearson Education, 2004
- Al. Lelutiu, Perenitatea conceptelor de baze de date
- R. Dollinger, Baze de Date si Gestiunea Tranzactiilor, Ed. Albastra, 1998

# Structura cursului

- 14 săptămâni
- 2 ore curs, 2 ore laborator + 4 ore pregătire individuală
- Examinare pe parcurs - Laborator (N1)
  - Colocviu parțial de laborator
    - Sfârșitul lunii noiembrie(CPL)
  - Colocviu final de laborator
    - După vacanța de iarnă (CFL)
- Examen final sesiune (N2)
  - Teorie și probleme (materia de la curs)
    - În sesiune

# Ponderea notelor

- Nota finală =  $0,4 * N1 + 0,6 * N2$
- $N1 = 0,6 * CPL + 0,4 * CFL - [TC] + [TO]$ 
  - CPL reprezintă nota la colocviul parțial de laborator (prima parte)
  - CFL reprezintă nota la colocviul final de laborator (a doua parte)
  - TC reprezintă teme de casă obligatorii (teme primite săptămânal ce constau în rezolvarea „Practice” la secțiuni cursuri Oracle Academy)
  - TO reprezintă bonus pentru rezolvare teme de casă opționale (teme primite la laborator din cartea: G.C. Dragomir-Loga, Utilizarea Bazelor de Date Relaționale, Editura UTPRESS, 2011)
- $N2 = 0,9 * E + PC + [TS]$ 
  - E reprezintă nota la examenul din sesiune
  - PC reprezintă nota pentru prezența la curs
  - TS reprezintă bonus pentru rezolvare **quizuri** Oracle Academy de la patru cursuri:
    - DFO Database Foundations Learner - English
    - DD Database Design Learner - English
    - DP Database Programming with SQL Learner - English
    - Database Programming with PL/SQL Learner - English
- Condiții de participare la examenul final:  $N1 \geq 5$
- Condiție de promovare:  $N2 \geq 5$ ; Nota finală  $\geq 5$

Termen duminică, 22  
decembrie ora 23:59



# Tema pentru colocviul parțial de laborator (CPL)

**Se va crea schema unei baze de date folosind SGBD Oracle (obligatoriu), se va popula BD cu date relevante pentru interogările și actualizările de pe subiect.**

## **Livrabile:**

- Script SQL care pe lângă rezolvarea cerințelor conține și popularea cu date.

# Tema pentru colocviul parțial de laborator (CPL)

## Modul de notare:

- Creare tabele (fiecare subiect conține în jur de 4 tabele) – 1,5 p;
- Definire constrângeri de tip cheie primară, cheie străină – 1p;
- Modificarea structurii unei tabele – 0,5p;
- 2 Constrângeri la nivel atribut, tuplă – 1p;
- 2 Interogări simple (1 tabelă) – 1p;
- 2 Interogări de tip JOIN (2 sau mai multe tabele, obligatoriu cu JOIN) – 1p;
- 2 Interogări complexe (implică obligatoriu anumiți operatori cu subquery) – 1p;
- 2 Interogări cu funcții de agregare (MIN, MAX, COUNT, AVG eventual combinat cu alte clauze) – 1p;
- 3 Operații de actualizare (INSERT, UPDATE, DELETE) – 2p;
- Procedură stocată – 1p;
- 2 Triggere (din care unul de tip INSTEAD OF) – 2p.

**TOTAL 13p**

# Tema pentru colocviul final de laborator

**Se va implementa o aplicație web corespunzătoare subiectului „Colocviu parțial laborator BD” primit la prima lucrare de laborator.**

## □ Cerințe:

- BD implementată cu SGBD ORACLE, MySql sau MSSQL
- La nivel aplicație (UI) implementare cu PHP (opțional cu Javascript, CSS) sau cu Java sau cu C#
- Se vor implementa numai interogările (subpunctele 3-6) de pe biletul „Colocviu parțial laborator BD”. Pentru o notare cât mai bună se vor respecta cerințele de detaliu pentru interfața utilizator.
- Trebuie să se folosească una sau mai multe funcții definite de utilizator în schema BD (proceduri stocate). Deci cel puțin într-o interogare codul PHP trebuie să apeleze o procedură stocată (sau funcție utilizator „UDF” – din BD).

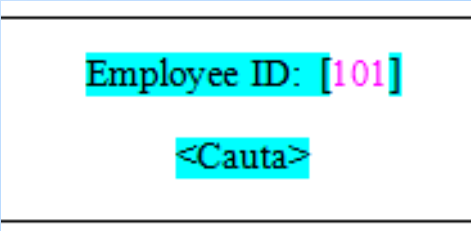
# Tema pentru colocviul final de laborator

## Interfața utilizator:

Exemplu: Presupunând că pe biletul „Colocviu Parțial de laborator BD” interogarea este:

```
SELECT last_name, first_name, salary FROM  
employees WHERE department_id = 101
```

Interfața cu utilizatorul în prima fază citește department\_id, ca în figura de mai jos:



A screenshot of a user interface element. It consists of a white rectangular box with a thin black border. Inside the box, the text "Employee ID:" is followed by a pink square containing the number "101". Below this, there is a blue button with the text "<Cauta>" in white.

# Tema pentru colocviul final de laborator

Iar în faza a doua interfața cu utilizatorul afișează rezultatul:

Last name	First name	Salary
Higgins	John	5000
<Revenire>		

Se va ține cont la notă de existența unui meniu în aplicație (nu se accesează interogările una câte una ca pagini web separate, ci se integrează cele șase interogări într-o aplicație cu mai multe pagini web).

# Tema pentru colocviul final de laborator

## Livrabile:

- Opțional: Scripturi SQL pentru creare tabele și populare cu date (dacă implementarea BD s-a făcut cu MySql sau MSSQL);
- Script SQL pentru funcții UDF / proceduri stocate;
- Scripturi PHP (+HTML, Javascript, CSS, etc).

## Modul de notare (Total 10p):

1p din oficiu, 2p utilizare funcție UDF/procedură stocată, 4p funcționare corectă interogări (d.p.d.v. PHP), 3p aspect interfață.

Nota pentru activitatea de **laborator** se obține prin participarea la **testul scris (întrebări explicative)** pentru colocviul parțial și **susținerea practică**, în fața calculatorului, pentru colocviul final

# Examen final teorie (E, 90%N2)

- 5 întrebări teoretice (răspuns dat de student) – 5p;
- 2 sau 3 întrebări de tip problemă din dependențe funcționale și normalizare – 2p;
- 2 interogări pe o schemă de BD cu 4 tabele (total 10p)
  - Fiecare interogare trebuie rezolvată fără a folosi funcții de agregare cu:
    - SQL - 1p per interogare
    - Algebra relațională – 1p per interogare
    - Calcul Relațional al Tuplelor – 1p per interogare
    - Calcul Relațional al Domeniilor – 1p per interogare
  - Se mai acordă 1p per interogare pentru desenarea Arborelui operator;
- Problemă care specifică în limbaj natural cerințele pentru o bază de date (total 7p)
  - Diagrama ER – 5p;
  - Document XML care reflectă diagrama ER – 1p;
  - Interogare XQUERY – 1p.

**Total 24p**



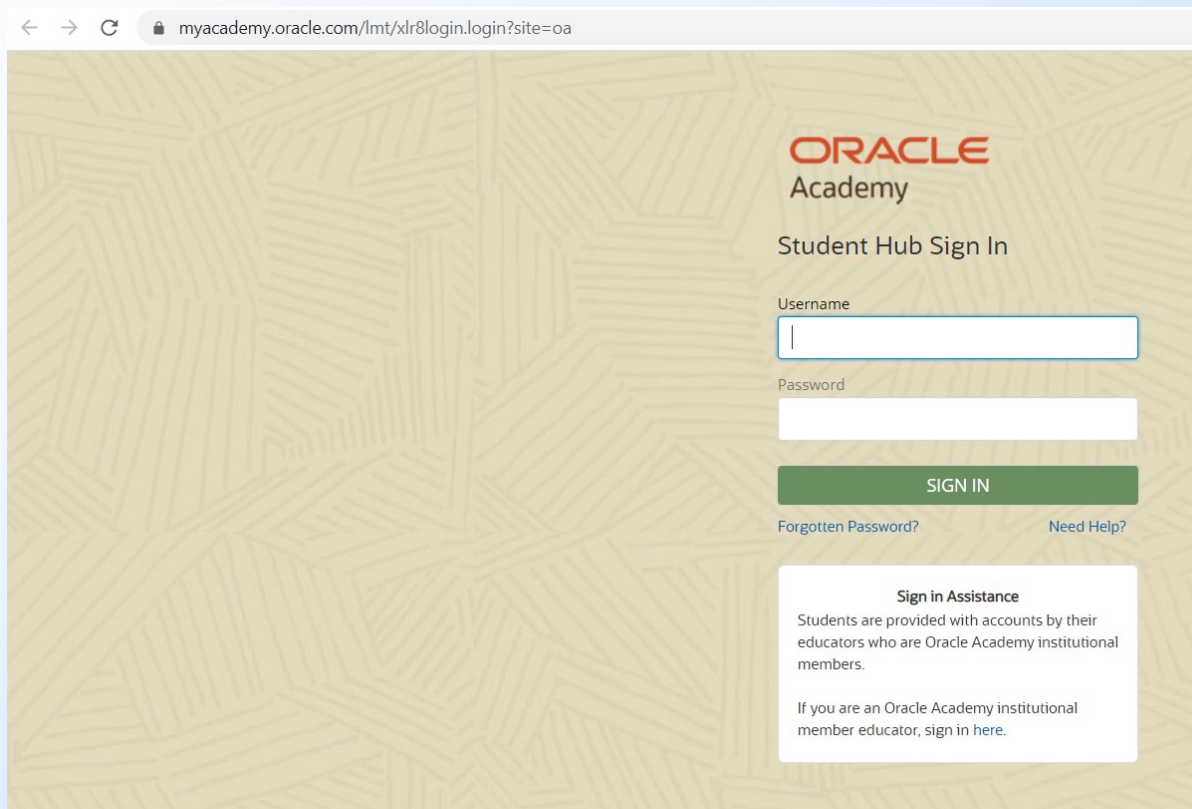
# Cerințe obligatorii

- Colocviu parțial laborator – minim 6,5p (din 13p)
- Colocviu final laborator – minim 5p (din 10p)
- Examen final teorie – minim 12p (din 24p)

# Lucrări de laborator

- Se lucrează pe platforma iLearning Oracle, cu acces independent pentru:
  - Materiale de studiu
    - Conțin Quiz-uri ce contează pentru TS la nota examen teorie
  - Lucrări practice SQL (APEX 5)
  - Lucrări practice PL-SQL (APEX 5)

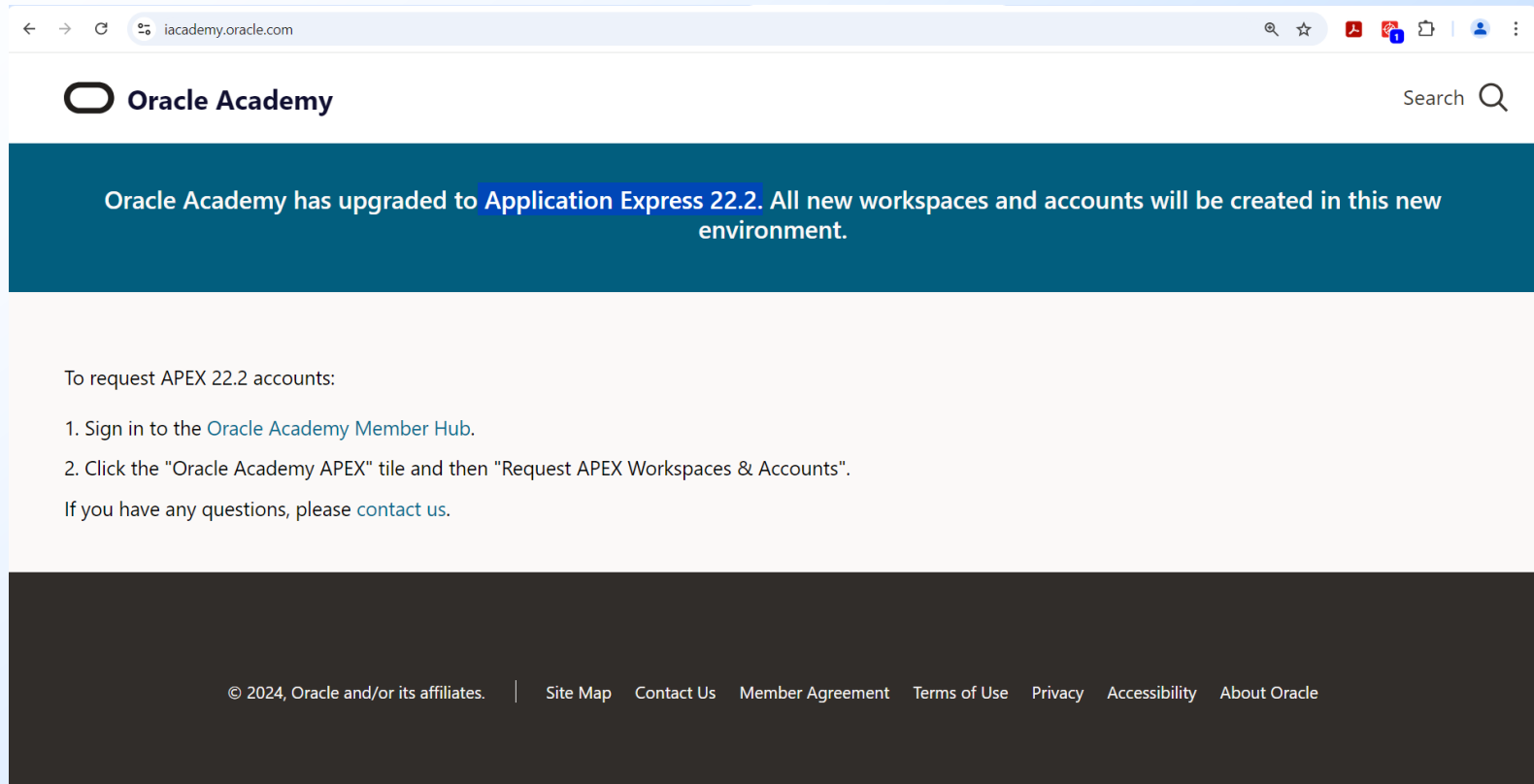
# Lucrări de laborator



The screenshot shows a web browser window with the URL `myacademy.oracle.com/lmt/xlr8login.login?site=oa`. The page features the Oracle Academy logo and the text "Student Hub Sign In". Below this, there are input fields for "Username" and "Password", followed by a green "SIGN IN" button. Links for "Forgotten Password?" and "Need Help?" are positioned below the button. A "Sign In Assistance" box at the bottom explains that students are provided with accounts by their educators and includes a link to sign in as an institutional member educator.

- Acces la platforma Oracle iLearning pentru materialele de studiu: <https://academy.oracle.com> unde se caută SIGN IN în colțul dreapta sus și se efectuează click pe butonul SIGN IN TO STUDENT HUB
- Utilizatorul și Parola vor fi comunicate la prima întâlnire, fiecărui student

# Lucrări de laborator



The screenshot shows the Oracle Academy website. The browser address bar displays 'iacademy.oracle.com'. The Oracle Academy logo is in the top left, and a search icon is in the top right. A dark blue banner across the top contains the text: 'Oracle Academy has upgraded to **Application Express 22.2**. All new workspaces and accounts will be created in this new environment.' Below the banner, the text reads: 'To request APEX 22.2 accounts: 1. Sign in to the [Oracle Academy Member Hub](#). 2. Click the "Oracle Academy APEX" tile and then "Request APEX Workspaces & Accounts". If you have any questions, please [contact us](#).' The footer is dark grey and contains the copyright notice '© 2024, Oracle and/or its affiliates.' followed by links for 'Site Map', 'Contact Us', 'Member Agreement', 'Terms of Use', 'Privacy', 'Accessibility', and 'About Oracle'.

□ Acces Oracle iLearning pentru APEX:

□ <https://iacademy.oracle.com>

- ([Application Express 22.2.](#))

# Lucrări de laborator

Oracle APEX

Workspace

Username

Password

☐ Remember Workspace and Username

Sign In

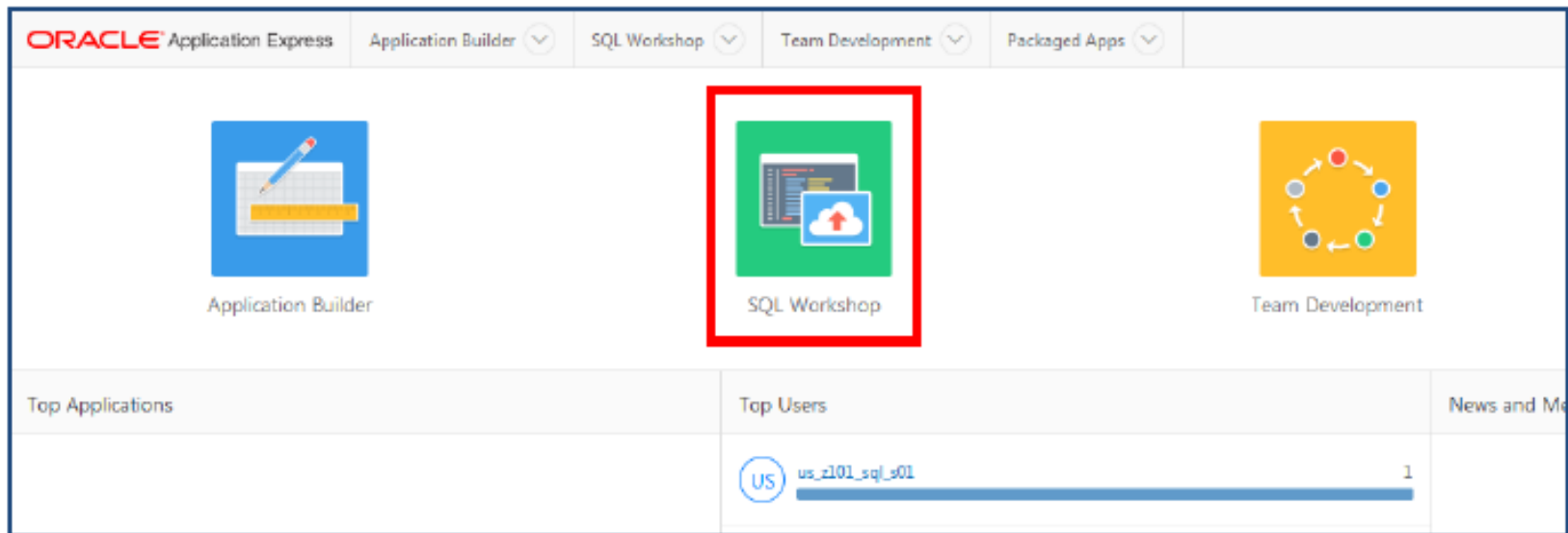
[Reset Password](#)

□ Workspace, Username și Password vor fi comunicate la prima întâlnire la laborator

# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

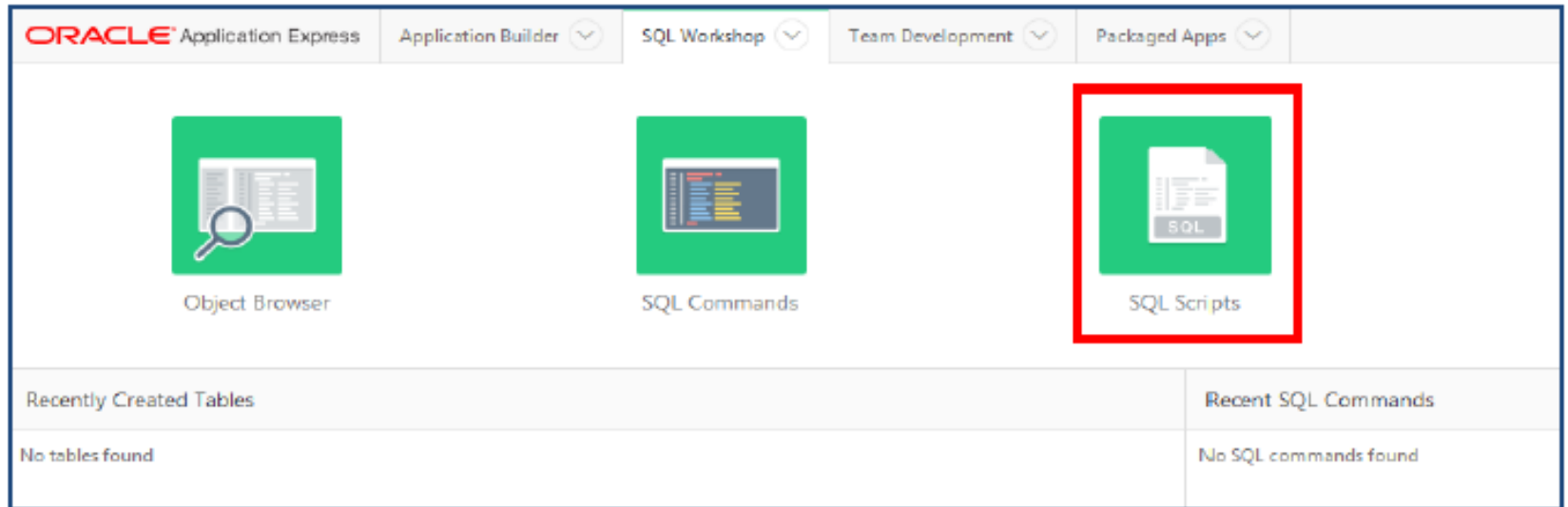
1. Download the script file from iLearning Database Programming with SQL (or PL/SQL) course. Go to Section 0, Course Resources, click "APEX Scripts and User Guides", click "Script to Create Tables and Data for This Course" and save the script file locally on your PC.
2. Open APEX in your browser and login.
3. Select "SQL Workshop"



# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

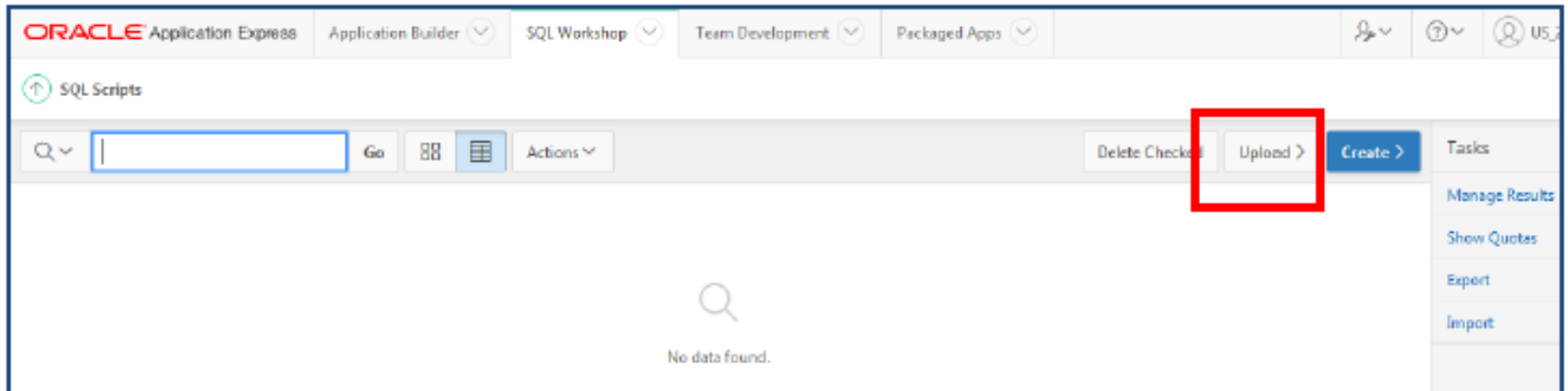
## 4. Select "SQL Scripts"



# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

## 5. Click "Upload"

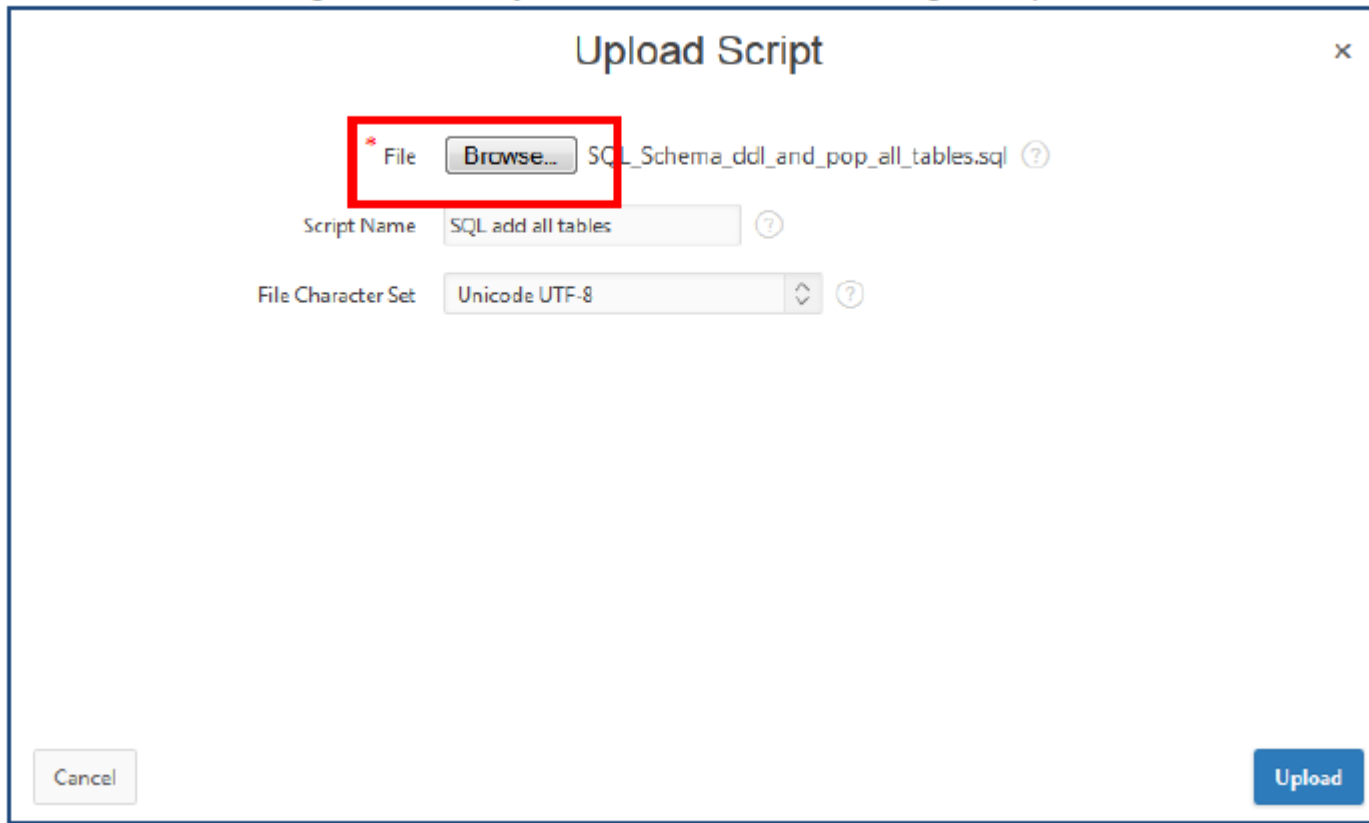




# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

6. Click Browse and navigate to the file you downloaded from iLearning in Step 1.



The screenshot shows a dialog box titled "Upload Script" with a close button (X) in the top right corner. Inside the dialog, there is a "File" field with a red asterisk and a "Browse..." button. The file name "SQL\_Schema\_ddl\_and\_pop\_all\_tables.sql" is displayed next to the "Browse..." button. Below this, there is a "Script Name" field with the text "SQL add all tables" and a question mark icon. Below that, there is a "File Character Set" field with the text "Unicode UTF-8" and a question mark icon. At the bottom left, there is a "Cancel" button, and at the bottom right, there is an "Upload" button.

# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

7. Add a Script Name - "SQL add all tables" or "PLSQL add all tables", leave "File Character Set" as default (Unicode UTF-8), and click "Upload".

The screenshot shows a dialog box titled "Upload Script". It contains the following elements:

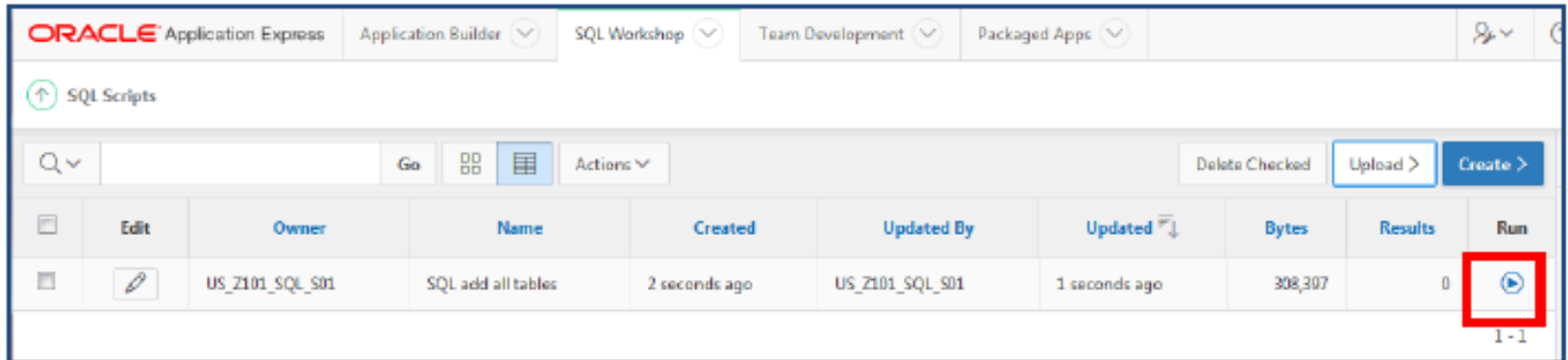
- A "File" label with a red asterisk, a "Browse..." button, and the text "SQL\_Schema\_ddl\_and\_pop\_all\_tables.sql".
- A "Script Name" label with a text input field containing "SQL add all tables".
- A "File Character Set" label with a dropdown menu showing "Unicode UTF-8".
- A "Cancel" button at the bottom left.
- An "Upload" button at the bottom right.

Red rectangles highlight the "Script Name" input field and the "Upload" button.

# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

## 8. You will now see the Script listed



The screenshot shows the Oracle SQL Workshop interface. At the top, there are tabs for 'Application Express', 'Application Builder', 'SQL Workshop', 'Team Development', and 'Packaged Apps'. Below the tabs, there is a search bar and a 'Go' button. A table lists the SQL scripts. The first script is 'SQL add all tables' by user 'US\_Z101\_SQL\_S01'. The 'Run' button for this script is highlighted with a red box. The table has columns for 'Edit', 'Owner', 'Name', 'Created', 'Updated By', 'Updated', 'Bytes', 'Results', and 'Run'.


	Edit	Owner	Name	Created	Updated By	Updated	Bytes	Results	Run
		US_Z101_SQL_S01	SQL add all tables	2 seconds ago	US_Z101_SQL_S01	1 seconds ago	308,307	0	

Click the Run icon.


# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

9. Click "Run Now"



## Run Script

 You have requested to run the following script. Please confirm your request.

Script Name	SQL add all tables
Created	on 06/07/2016 09:21:56 AM by US_Z101_SQL_S01
Updated	on 06/07/2016 09:21:57 AM by US_Z101_SQL_S01
Number of Statements	1540
Script Size in Bytes	308,397

Cancel

Run Now

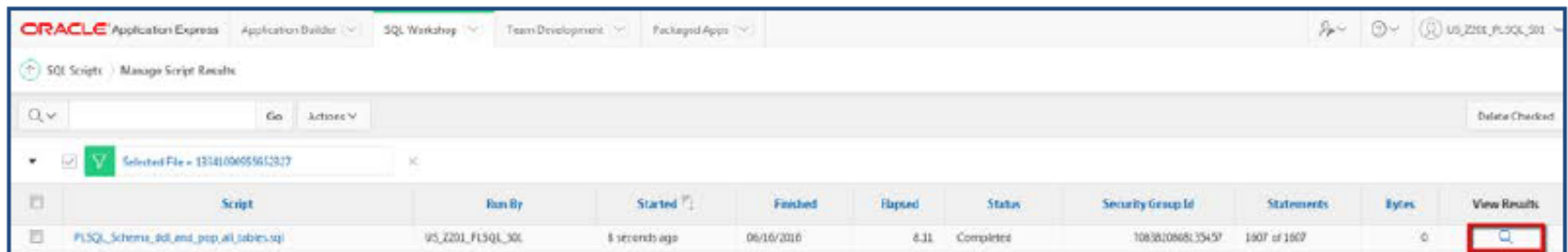
Run in Background

This will take you to the Manage Script Results Page.

# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

## 10. Click "View Results"



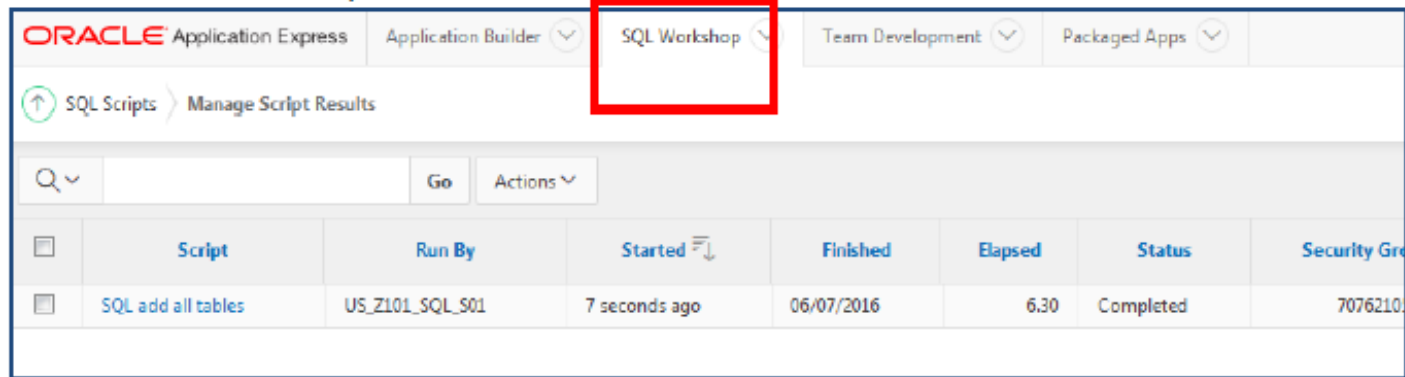
Script	Run By	Started	Finished	Elapsed	Status	Security Group Id	Statements	Bytes	View Results
PLSQL_Schema_dol_end_pop_all_jobs.sql	US_Z201_PLSQL_SQL	8 seconds ago	06/16/2016	8.11	Completed	1083020868135457	1907 of 1607	0	<a href="#">View Results</a>

- 11. You can view the results, however, your first attempt to run the script will generate errors on the DROP statements due to the tables not already existing in the schema.

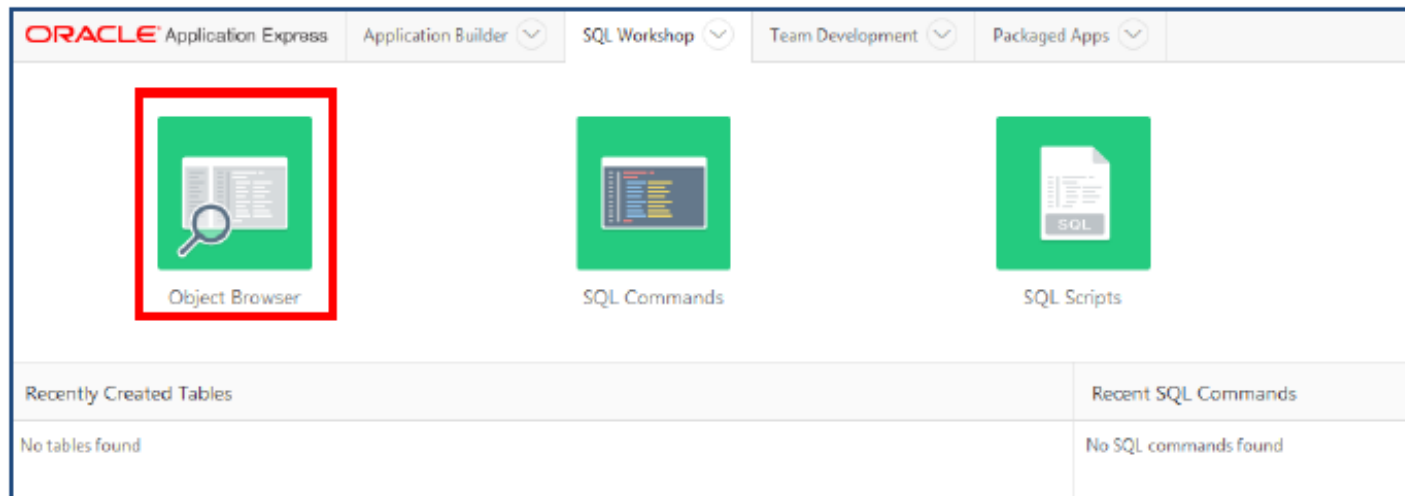
# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos:

## 12. Click the "SQL Workshop" tab



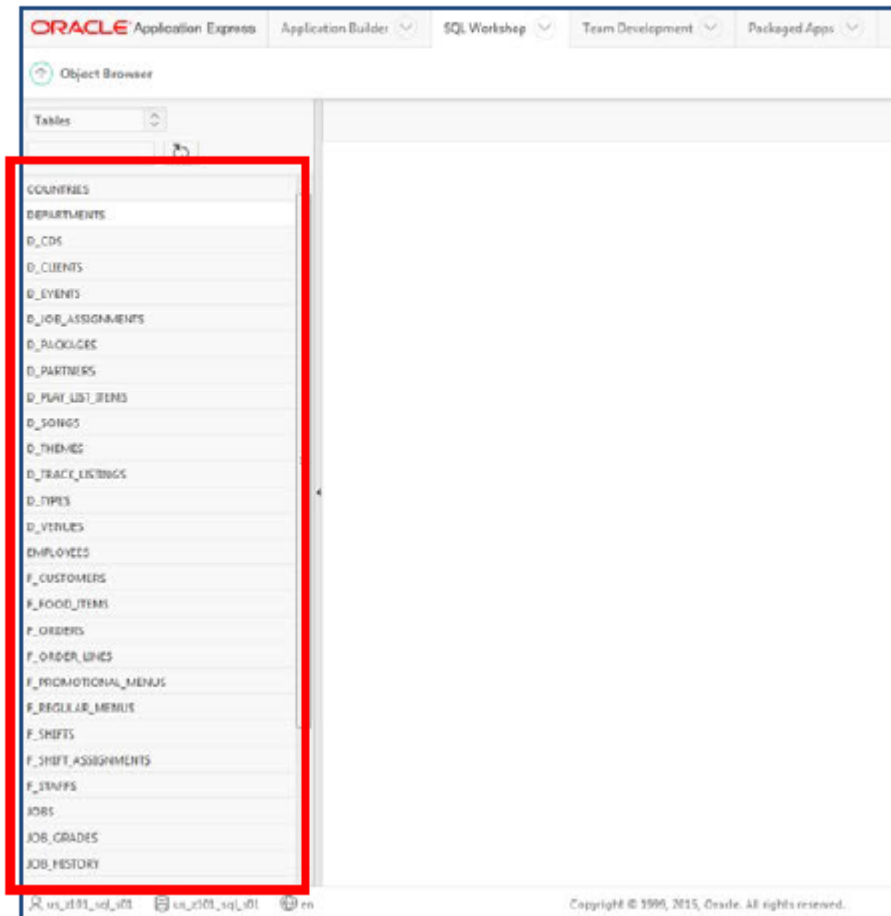
## 13. Click "Object Browser"



# Lucrări de laborator

- Pentru a adăuga tabelele necesare desfășurării activităților practice, se vor urma pașii de mai jos (ultimul pas):

14. You should now see the tables listed on the left of the Object Browser page. These are the tables (and data) that will be used in the curriculum for your course(s).



# Lucrări de laborator

- Model ER. Prezentarea dicționarului datelor. Definirea schemei BD (LDD SQL).
- LMD SQL clauzele SELECT, FROM, WHERE, ORDER BY.
- Folosire funcții SQL „Single Row”.
- Operatori JOIN. Funcții de agregare. Clauzele GROUP BY, HAVING.



# Lucrări de laborator

- Interogări imbricate. Clauzele UNION, INTERSECT, EXCEPT.
- LMD SQL pentru actualizarea BD.
- Constrângeri. Vederi.
- Proceduri stocate. Cursori. Triggere.
- **Colocviu parțial de laborator.**

# Lucrări de laborator

- Prezentare mediu XAMPP, PHP Editor. Aplicații cu BD (1). Realizare conexiune PHP-BD. Interogarea și afișarea rezultatelor.
- Aplicații cu BD (2). Structurare aplicație: logica de prezentare, logica aplicației, acces la BD, tratare erori.
- Aplicații cu BD (3). Actualizare date, folosire paginare în afișarea rezultatelor, apel proceduri stocate.
- **Colocviu final de laborator**

# SQL?

□ Explicați diferențele între:

```
SELECT b
```

```
FROM R
```

```
WHERE a < 10 OR a >= 10;
```

și

```
SELECT b
```

```
FROM R;
```

a	b
5	20
10	30
20	40
...	...

R

# SQL?

□ Respectiv, diferențele între:

```
SELECT a  
FROM R, S  
WHERE R.b = S.b;
```

**și**

```
SELECT a  
FROM R  
WHERE b IN (SELECT b FROM S);
```

# Ce este în esență o bază de date (BD)?

- În marea majoritate a cazurilor o BD conține:
  - înregistrări despre angajați,
  - înregistrări bancare,
  - etc.
- În zilele noastre, domeniul BD acoperă largi surse de date, cu multe concepte noi.
  - Căutare Web.
  - Data mining.
  - Baze de Date Științifice și medicale.
  - Integrarea informației.

# Cantitatea totală a datelor de pe Terra (raport IDC)

- 2010: stivă de DVD-uri de la Pământ la Lună și înapoi (aproximativ 384.400 km \* 2) adică 1,2 milioane petabytes, sau 1,2 zettabytes ( $1,2 \cdot 10^{21}$  B)
- 2020: stivă de DVD-uri jumătatea distanței între Pământ și Marte (aproximativ 30 de milioane km), creștere de 40 de ori

# Evoluția dimensiunii sistemelor de baze de date



44 zettabytes în 2020, de 40 de ori mai mulți bytes decât numărul stelelor în universul observabil

<https://www.visualcapitalist.com/wp-content/uploads/2019/04/data-generated-each-day-full.html>



# Câte date sunt create în fiecare zi?

Până în **2025**, cantitatea de date generată în fiecare zi va ajunge la **463** de **exaocteți** la nivel global.

1 kilobyte	1,000,000,000,000,000,000
1 megabyte	1,000,000,000,000,000,000,000
1 gigabyte	1,000,000,000,000,000,000,000,000
1 terabyte	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 petabyte	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 exabyte	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 zettabyte	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000

- Google, Facebook, Microsoft și Amazon stochează cel puțin 1.200 de petabytes de informații.
- Lumea cheltuiește aproape 1 milion de dolari pe minut pe mărfuri de pe internet.
- Electronic Arts procesează aproximativ 50 de terabytes de date în fiecare zi.
- Până în 2025, ar exista 75 de miliarde de dispozitive Internet-of-Things (IoT) în lume.
- Până în 2030, nouă din zece persoane cu vârsta de șase și peste ar fi active digital.



# Un lucru esențial ...

- Se poate observa că bazele de date stau în spatele aproape oricărui lucru de pe Web.
  - Căutări Google.
  - Interogări pe Amazon, eBay, etc.

# Definiție

- O bază de date este o **colecție** în general mare **de date înrudite**, stocate într-un sistem de calcul astfel încât un program-calculator sau o persoană ce folosește un limbaj de interogare să o poată **consulta** pentru a răspunde la întrebări.

# Programare în context BD

- Este centrată în jurul unor limbaje de programare limitate.
- Își găsesc sens doar în aria unde se pot utiliza limbaje “non-Turing-complete”.
- Conduce la o programare foarte succintă.

# Probleme ce apar...

## 1. controlul concurenței

- Multe activități (tranzacții) cu baza de date se desfășoară la același moment de timp și acționează asupra acelorași bucăți de informație.

## 2. optimizarea interogărilor

- Volum mare de date.

# Sistem de Gestiune Baze de Date (SGBD)

- Un pachet de programe care permit crearea, utilizarea și eliminarea obiectelor ce compun baza de date.
- Scopul principal:
  - Reducerea dependenței aplicațiilor în raport cu structura datelor.
- Categorisit după modelul de date: de ex. System "R" - SGBD relațional

# Ce este un Model de Date?

1. O reprezentare matematică a datelor.

□ Exemple:

modelul relațional = tabele;

modelul semistructurat = arbori/grafuri.

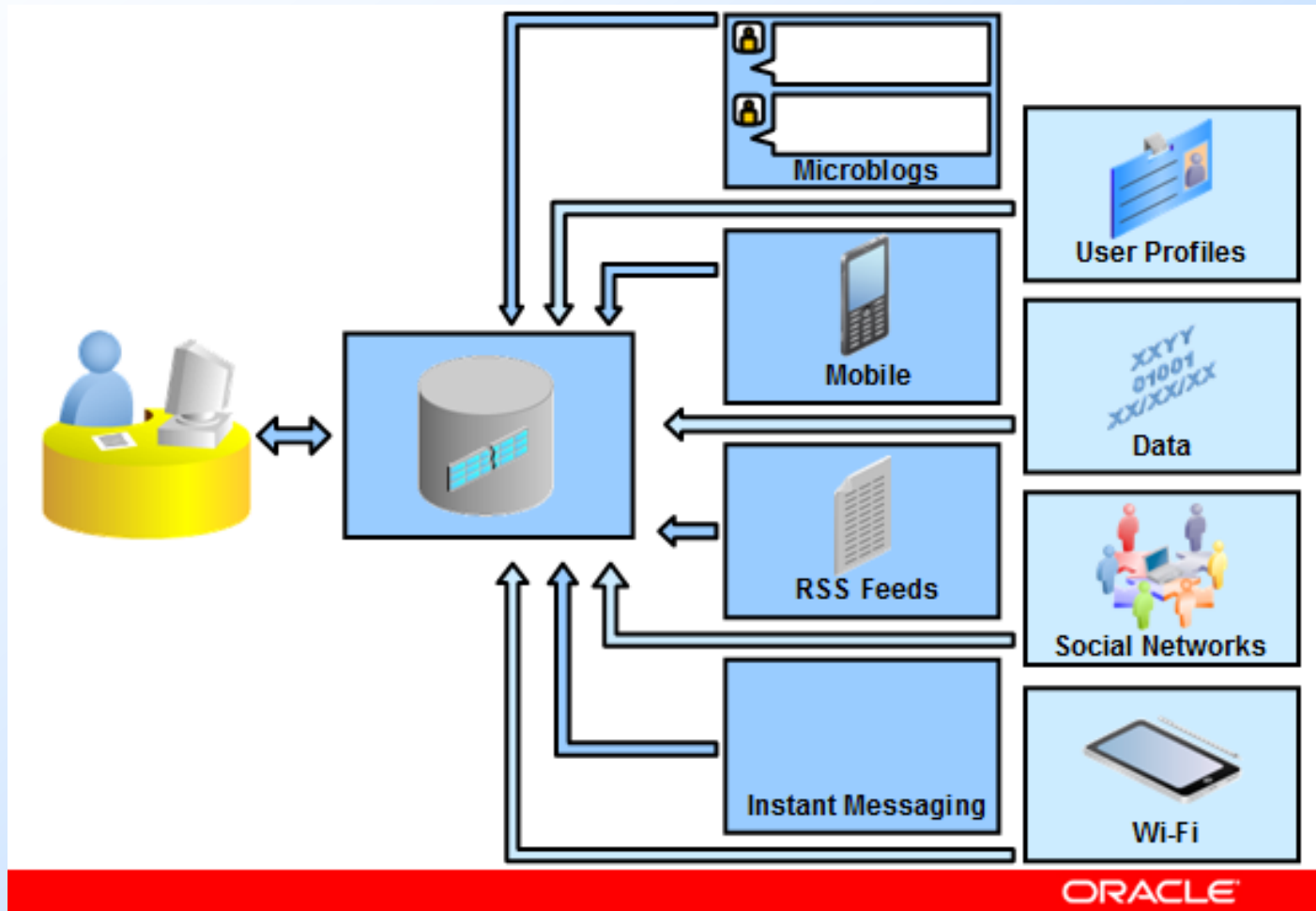
2. Operații cu datele.

3. Constrângeri.

# Rolul și importanța BD

- Nu există aplicație reală fără BD
- Pe piața software există un număr mare de SGBD-uri, pentru toate tipurile de sisteme de calcul, sisteme de operare și tehnologii de acces la date
- SGBD-urile apar în top 3 a celor mai vândute produse

# Scenariu de utilizare BD





# Funcțiile SGBD

- Gestiunea dicționarului de date
  - Programele aplicative accesează datele prin intermediul SGBD, care caută în dicționarul de date structura datelor și a legăturilor necesare rezolvării problemei utilizatorului
- Gestiunea fișierelor de date
  - Colecția de date (BD) se materializează printr-un fișier sau colecție de fișiere de date, fișiere index, etc.

# Funcțiile SGBD

- Transformarea datelor
  - Datele introduse de utilizator nu au întotdeauna structura identică cu cea definită în baza de date
- Gestiunea aplicațiilor
  - Limbaj de descriere a datelor
  - Limbaj de manipulare a datelor
  - Limbaj pentru afișarea datelor (pe ecran sau la imprimantă)

# Funcțiile SGBD

- Importul și exportul datelor
  - Conversia datelor pentru prelucrarea cu alt SGBD sau cu aplicații terțe (de ex. Excel)
- Controlul securității datelor
  - Utilizatorii ce au acces la date
  - La ce date are acces fiecare utilizator
  - Ce operații se pot efectua de fiecare utilizator cu datele la care are acces

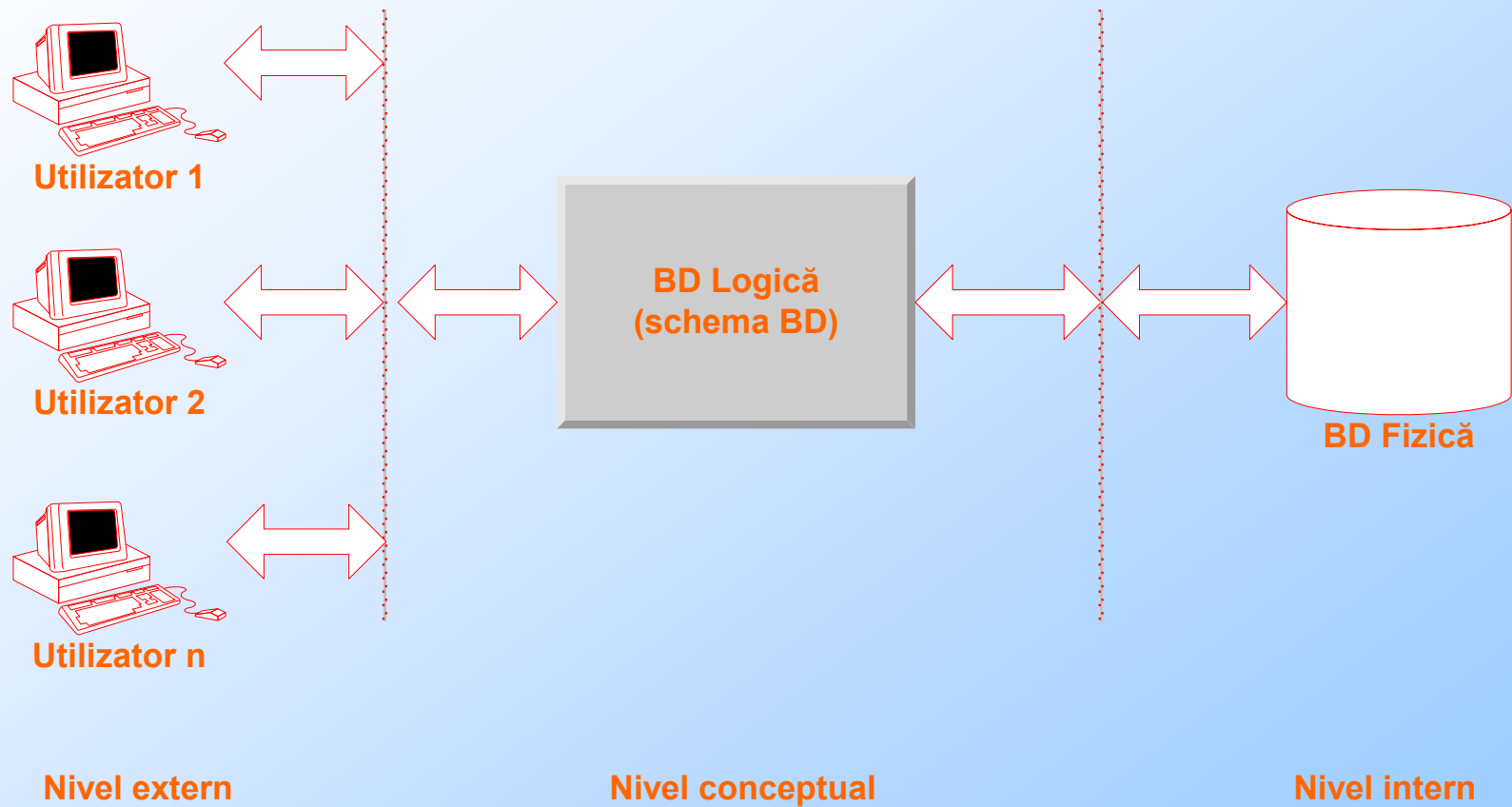
# Funcțiile SGBD

- Asigurarea integrității datelor
  - Restricții de integritate, de ex. SGBD-ul poate asigura că vârsta unei persoane la introducerea în BD este cuprinsă între 18 și 40 ani
- Controlul accesului concurent la date
  - Fiecare utilizator are impresia că lucrează de unul singur (serializarea operațiilor)
- Gestiunea copiilor de siguranță și a recuperării datelor în caz de dezastre

# SGBD commerciale

- Oracle (Oracle 23ai)
- IBM (DB2 11.5)
- Microsoft (SQL Server 2022)

# Nivele de abstractizare



# Schema conceptuală

- sau **schemă logică**, descrie datele stocate în BD în termeni ai modelului de date al SGBD
  - Pentru un SGBD relațional, schema conceptuală descrie toate tabelele (relațiile) stocate în BD
  - Limbajul folosit se numește Limbaj de Descriere a Datelor (LDD)

# Problemă

- Determinați schema conceptuală pentru o universitate cu mai multe facultăți unde studiază studenți
- Răspuns:
  - Tabele ce corespund la entități: *facultăți*, *studenți*
  - Tabele ce corespund la relații de legătură între entități: *studenți\_participă\_la\_cursuri*
  - Coloane ce corespund la attributele entităților (ce coloane are fiecare tabelă): *Studenți*(*cnp*: **string**, *nume*: **string**, *data\_nașterii*: **date**, *sex\_f*: **bool**, *media\_sesiune*: **real**)



# Schema fizică

- Specifică detalii suplimentare legate de stocarea datelor
- Menționează modul în care tabelele (la modelul relațional) descrise prin schema conceptuală sunt stocate pe dispozitive suport secundar, discuri sau benzi magnetice
- Descrie tipul fișierelor pentru stocare pe suport secundar (de ex. la MySQL: MyISAM sau InnoDB) și crearea unor structuri auxiliare de date numite *indecși* în scopul regăsirii mai rapide a datelor

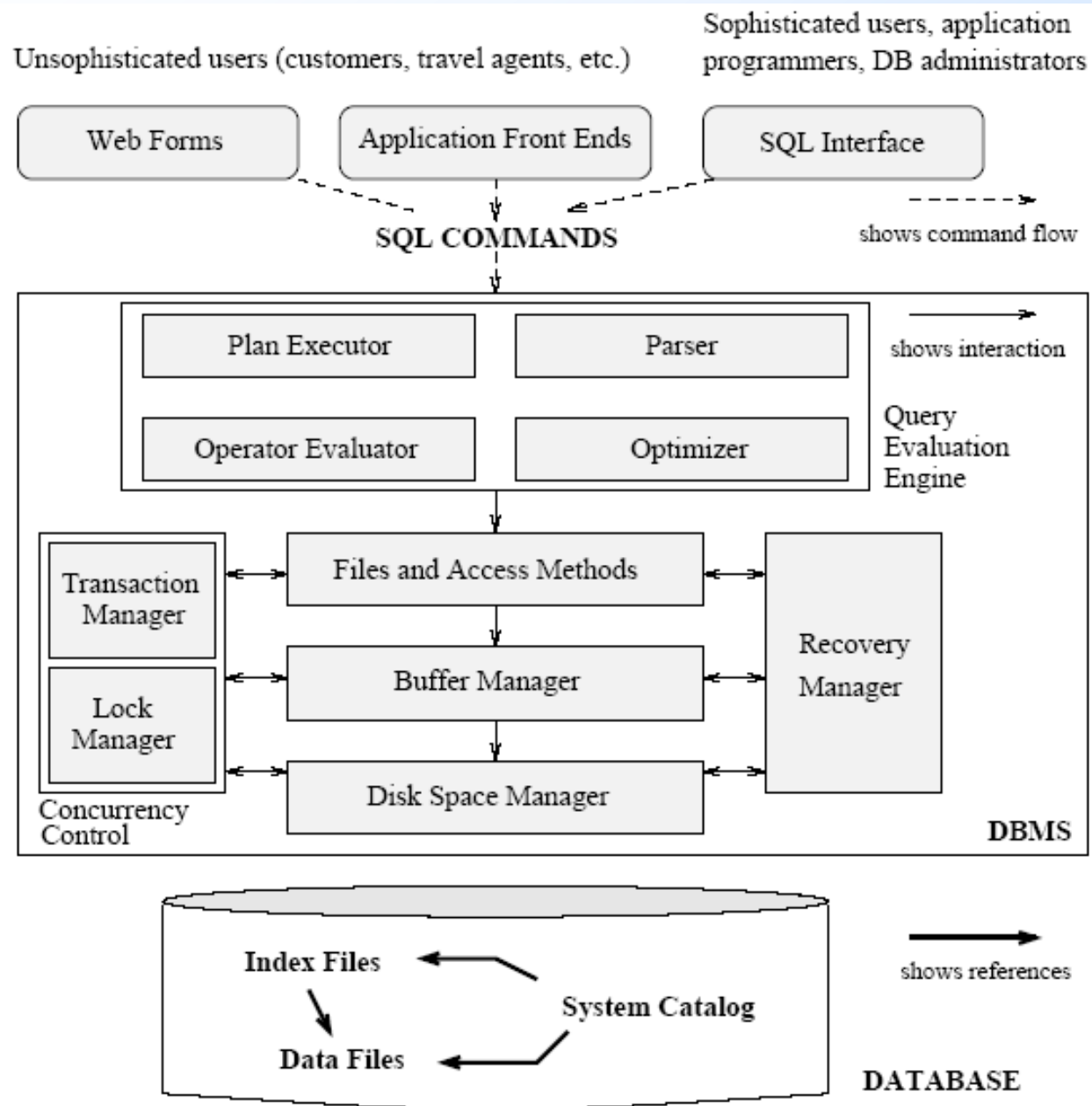
# Schema externă

- Permite accesul la date să fie “croit” după nevoia grupurilor de utilizatori (de exemplu un angajat are acces la datele de salarizare proprii, iar un manager are acces la datele de salarizare ale tuturor angajaților din subordine)
- O BD are exact 1 schemă conceptuală și 1 schemă fizică
- O BD poate avea mai multe scheme externe

# Independența datelor

- Aplicațiile sunt izolate față de modificările la nivel conceptual sau la nivel fizic prin cele trei nivele de abstractizare
- Independența logică a datelor
  - Vederile (**view** în modelul relațional, tabelă virtuală, schema externă) asigură posibilitatea modificării structurii datelor (schema conceptuală), acest lucru fiind ascuns aplicațiilor
- Independența fizică a datelor
  - Schema conceptuală asigură posibilitatea modificării aranjării datelor pe suport secundar sau a indecșilor, acest lucru fiind de asemenea ascuns aplicațiilor

# Arhitectura Unui SGBD



# Cum funcționează?

- SGBD-ul acceptă comenzi SQL generate de o varietate de interfețe utilizator
- SGBD-ul produce planuri de evaluare a interogărilor, pe care le execută asupra datelor din BD, și returnează răspunsuri

# Cum funcționează?

- Un utilizator emite o interogare, aceasta este analizată și este prezentată unui *optimizer*, care folosește informația despre felul în care sunt stocate datele pentru a produce un plan de execuție eficient
- Un *plan de execuție* este o reprezentare sub formă de arbore operator (cu adnotații ce conțin informații detaliate suplimentare legate de metodele de acces, ș.a.)

# Cum funcționează?

- Codul ce implementează operatorii *arborelui operator* stă deasupra stratului "File and Access Methods"
- Într-un SGBD "*file*" este o colecție de pagini sau o colecție de înregistrări
- De obicei stratul "File and Access Methods" suportă "*heap file*" de pagini neordonate, sau *indecși*
- Stratul "File and Access Methods" urmărește cum sunt aranjate paginile în fișier și organizează datele în interiorul unei pagini

# Cum funcționează?

- Stratul "*buffer manager*" este responsabil cu aducerea paginilor de pe disc în memoria internă
- Stratul "*disk space manager*" este cel mai de jos strat al unui SGBD și se ocupă de administrarea spațiului pe suport extern, unde sunt stocate datele
  - Straturile superioare alocă, dealocă, citesc și scriu pagini



# Cum funcționează?

- Straturile "*Transaction Manager*", "*Lock Manager*" și "*Recovery Manager*" asigură accesul concurent și recuperarea datelor în caz de incidente prin implementarea unor protocoale de blocare ("lock"), prin planificarea cu atenție a cererilor utilizatorilor și prin păstrarea într-un jurnal a tuturor modificărilor asupra BD

# Cine utilizează BD?

## 1. Implementatori BD

- Scriu software SGBD (soft de bază)

## 2. Programatori de Aplicații BD

- Dezvoltă pachete de programe ce facilitează accesul la date al utilizatorilor finali
- Folosesc "host languages" sau "data languages " și unele software
- La modul ideal aplicațiile BD lucrează prin schema externă, dar este posibil să acceseze datele și la nivelele de mai jos când este posibil să fie compromisă independența datelor

## 3. Utilizatori finali

- Înregistrează și interoghează BD, de obicei prin intermediul aplicațiilor
- În marea majoritate a cazurilor nu sunt specialiști în domeniul calculatoarelor (de exemplu un agent comercial)

## 4. Administratorul BD

- **Al patrulea și cel mai important utilizator**

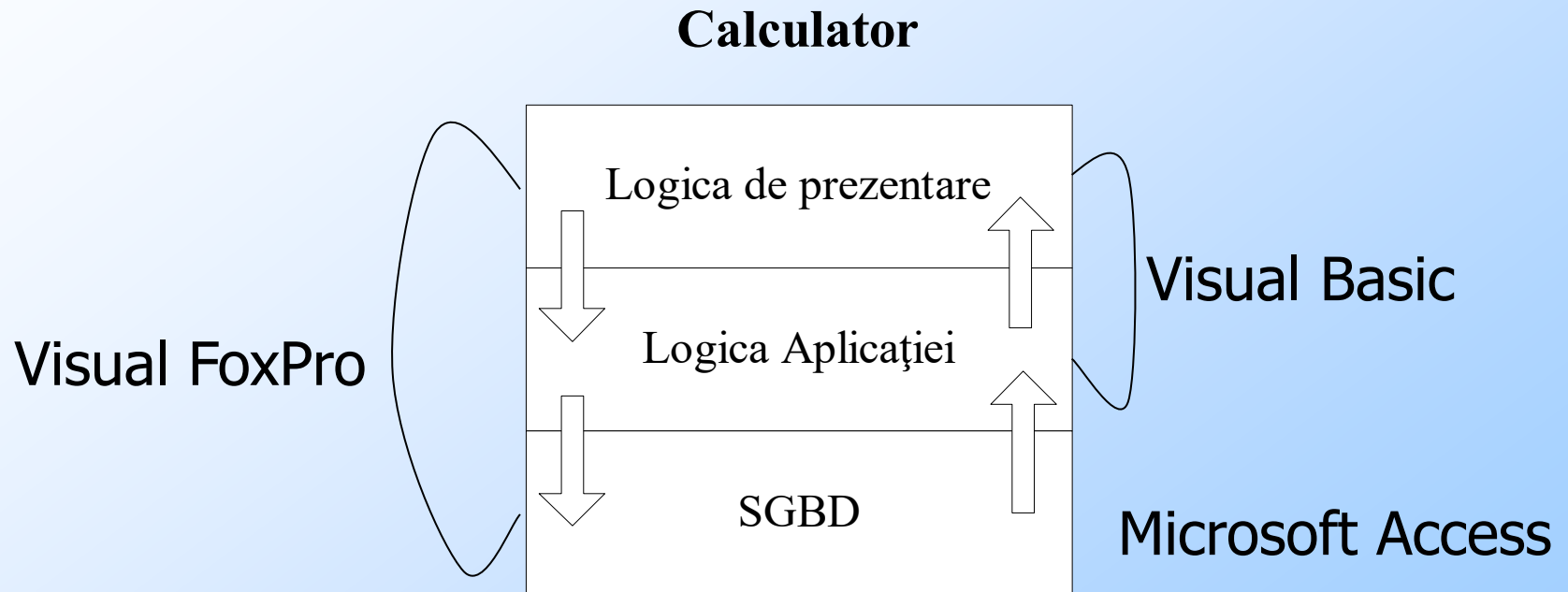
# Administratorul BD

- BD de tip “corporate” sau “enterprise-wide” este activul cel mai important al companiei
- Principalele sarcini:
  - Să proiecteze schema conceptuală și schema fizică
  - Să implementeze politici de securitate și autorizare
  - Să asigure disponibilitatea datelor și să recupereze datele în cazul apariției de incidente
  - Să efectueze “database tuning” (reglarea parametrilor pentru performanță)

# Aplicații BD

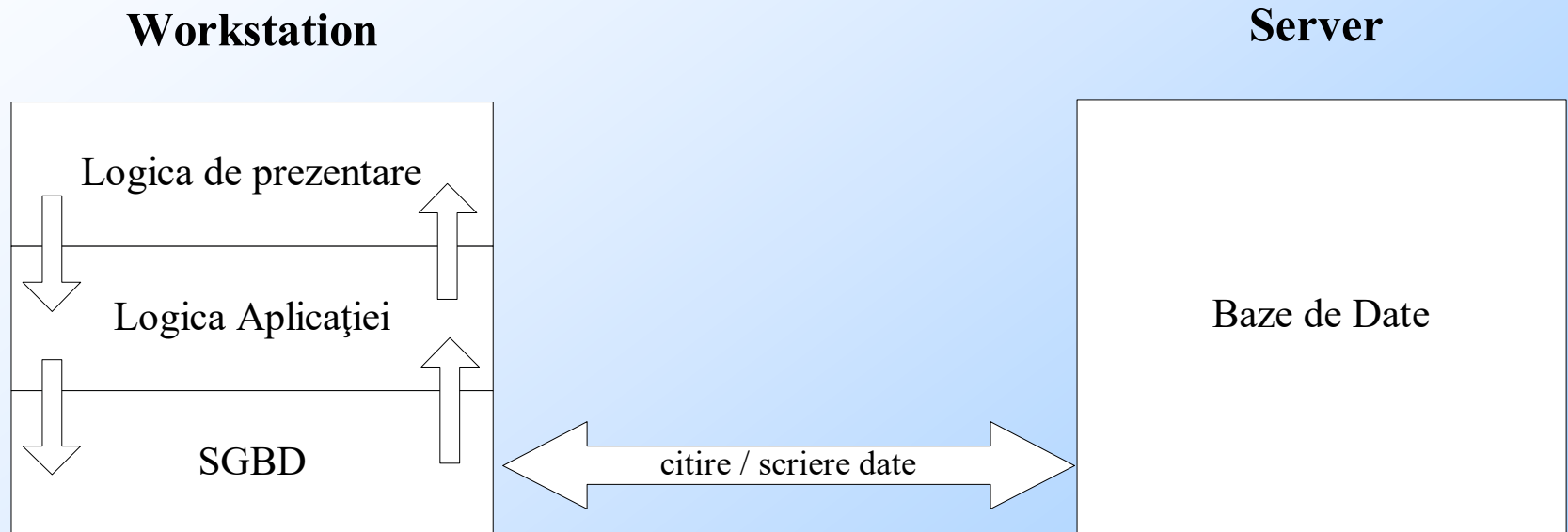
- Interfață între limbaj, tehnologie și BD
  - **SQL – Structured Query Language**
- Arhitectură
  - Mainframe
  - Client – Server
  - N – Tier
  - Web application
  - Mobile application

# Arhitectura aplicației BD



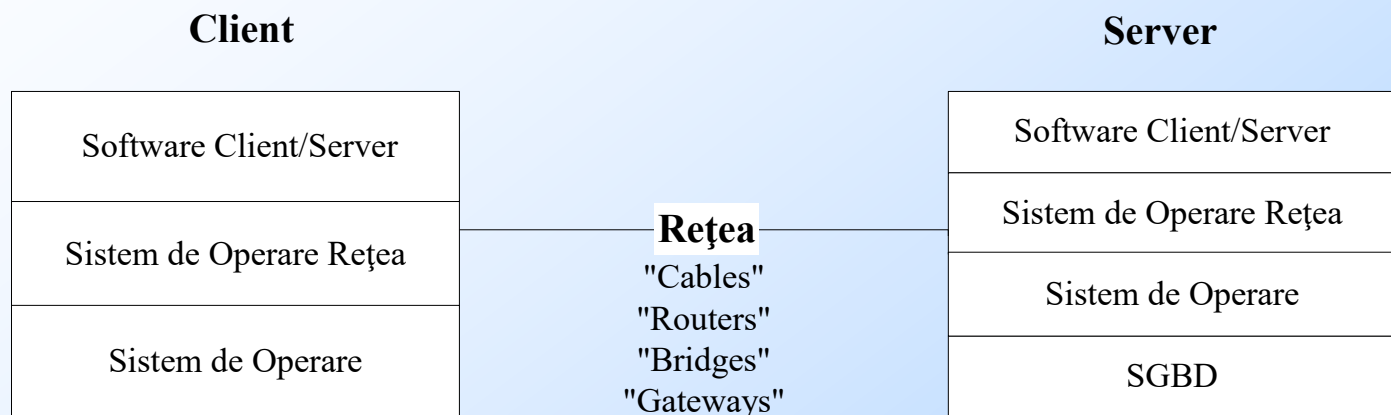
Model de aplicație mono-strat

# Arhitectura aplicației BD



Model de aplicație cu Server de fișiere

# Arhitectura aplicației BD



## **Funcții Client:**

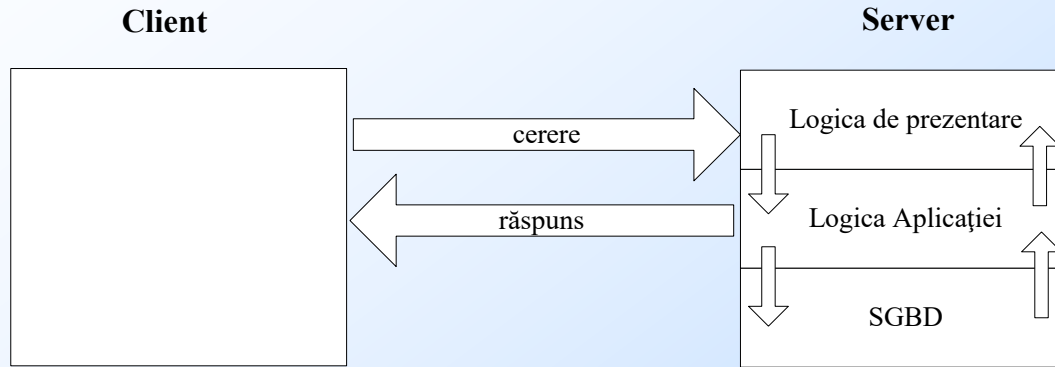
Interfață grafică  
Procesare distribuită a aplicației  
Aplicație locală  
E-mail  
Emulare terminal

## **Funcții Server:**

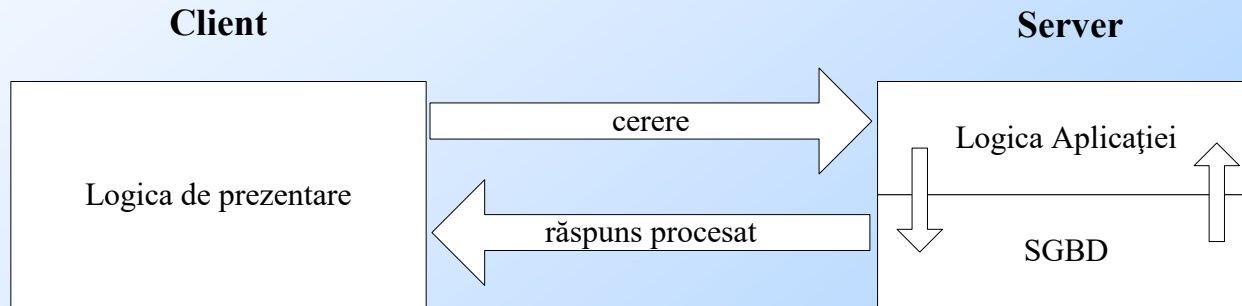
Server: de fișiere, de tipărire la imprimantă și de baze de date  
Procesare distribuită a aplicației  
E-mail  
Comunicații  
Administrare rețea  
Administrare resurse  
Administrare configurație

Componentele unui sistem „Client-Server”

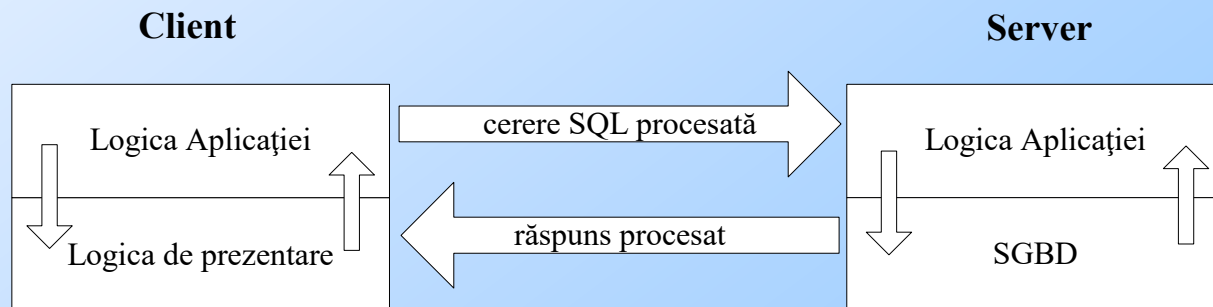
# Arhitectura aplicației BD



**Procesare asistată de Server**



**Procesare asistată de Client**



**Procesare cooperativă**



# Arhitectura aplicației BD

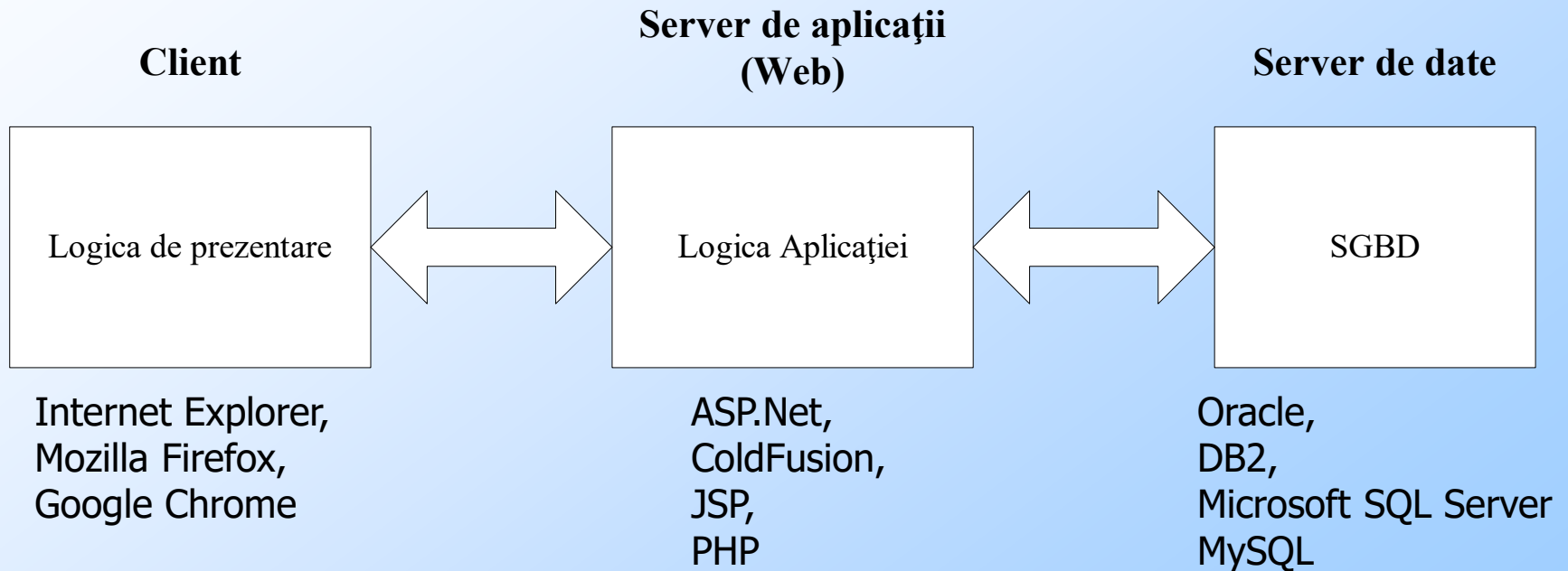
## □ *"thin clients"*

- La client există GUI
- Serverul se preocupă de logica aplicației și de accesul la BD

## □ *"thick clients"*

- Client mai puternic cu o parte din logica de aplicație și GUI
- Serverul are o parte din logica aplicației și accesul la BD

# Arhitectura aplicației BD



Model de aplicație trei-straturi

# Tehnologii pentru aplicația BD

## □ Limbaje de programare

- Python

- Java

- C#

# Pagini Web dinamice

- Documentele clasice "hypertext" sunt documente statice.
- Scriptarea pe partea de client a apărut pentru modificarea comportamentului unei pagini web, ca răspuns la diferite evenimente cum sunt acțiunea tastaturii sau a mouse-ului.
- Scriptarea pe partea de server permite schimbarea sursei paginii furnizate între pagini. Răspunsurile serverului pot fi determinate de condiții cum ar fi datele dintr-un formular HTML, parametrii din URL, tipul browserului, trecerea timpului, starea BD.

# Scriptarea pe partea de client

- Aspectul dinamic apare la prezentare, pe calculatorul client
- Serverul web regăsește pagina și o trimite "as is"
- Browserul web procesează codul inclus în pagină (JavaScript) și afișează pagina
- Este dependentă de browser
- Ajax (asynchronous JavaScript and XML)
- Google Maps este un exemplu de aplicație web cu Ajax

# Scriptarea pe partea de server

- Browserul trimite o cerere HTTP.
- Serverul regăsește scriptul sau programul solicitat
- Serverul execută scriptul sau programul care generează o pagină HTML
  - Parametrii de intrare ai programului se obțin din "query string" sau de la un formular web
- Serverul trimite rezultatul HTML browserului client

# Aplicație web BD, Middleware

## □ Active Server Pages (ASP)

- Este o soluție oferită de Microsoft ce permite folosirea diferitor limbaje (VBscript sau Jscript) în interiorul unei pagini HTML
- Tehnologia este pentru sistemul de operare Windows, cu suport pentru alte platforme, dar limitat

## □ ASP.NET

- Este o componentă a platformei Microsoft .NET pentru dezvoltarea de aplicații web, un amestec între ASP clasic și tehnologia .NET
- Programatorii pot crea "dynamic web sites", aplicații web și servicii web XML

# Aplicație web BD, Middleware

- ❑ ColdFusion (ColdFusion Markup Language )

- ❑ Este un sistem comercial de scriptare (deținut din 2005 de Adobe) “cross platform” și “tag-based”

- ❑ Java Server Pages (JSP)

- ❑ Permite incorporarea de cod Java în pagini HTML

- ❑ PHP

- ❑ Principala caracteristică “open source” a impus această soluție bazată pe includerea codului PHP în pagini HTML ca una foarte populară