



NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY

**MDE**  
**TP1 – Class 2**  
**Database Modeling**

2023 – 2024

- ❑ ER Diagram overview
- ❑ Presentation of the Lab work 1 assignment
- ❑ Modeling the proposed system:
  - Identification of relevant entities and relationships
  - Characterization of each entity
  - Constraints and integrity aspects
- ❑ Model Creation in MySQL (Forward Engineering)
- ❑ Populating the database with testing data + Querying (SQL scripting)

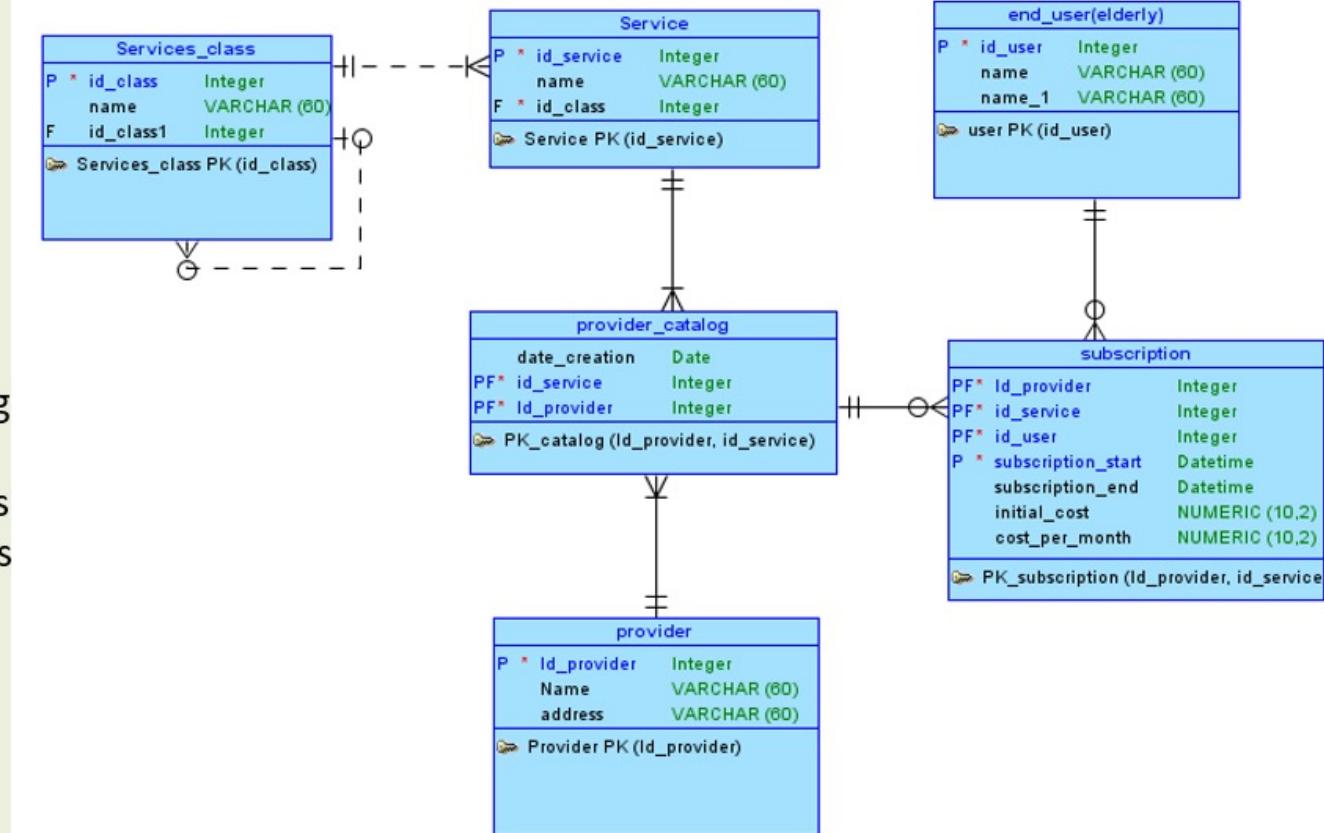
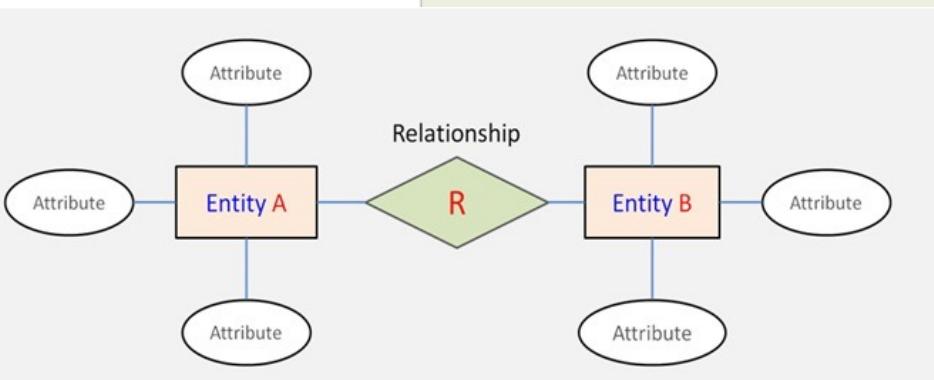
# ERD Review (from theoretical classes)



## ERD

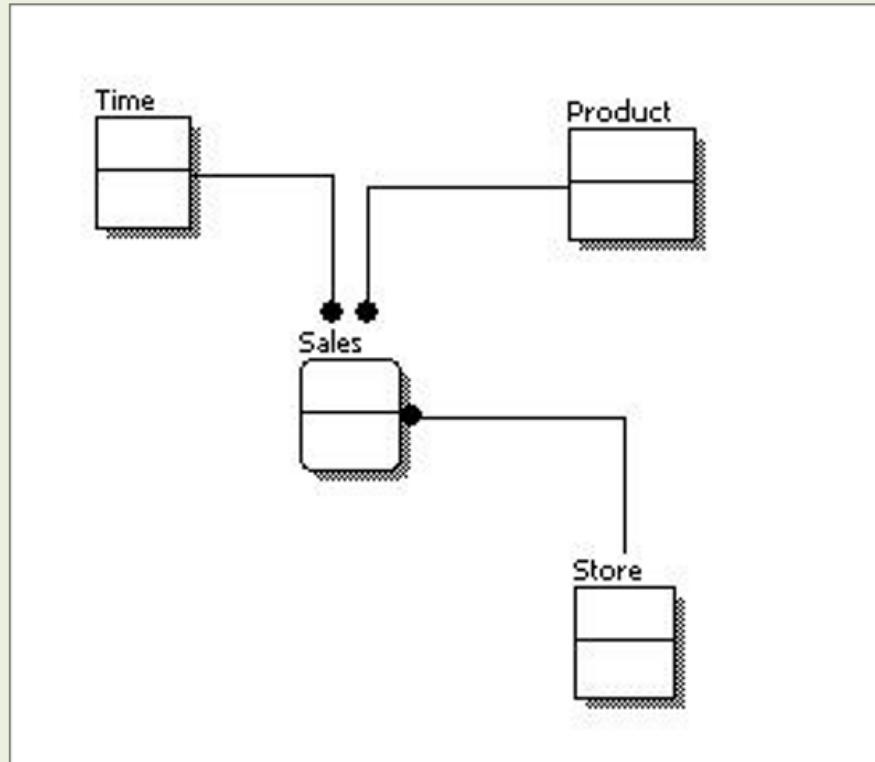
### Entity-Relationship Diagram (ERD):

- is a graphical representation of entities and their relationships to each other.
- It is widely used for designing and modeling relational databases. In an ERD, entities are represented as rectangles, relationships as diamonds, and attributes as ovals.



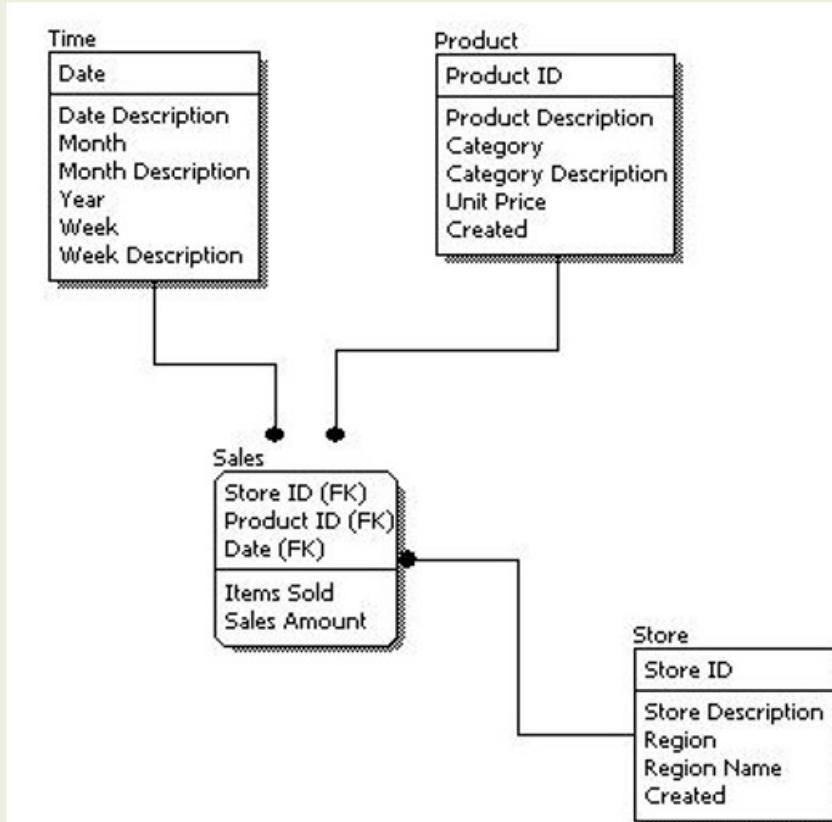
## Conceptual Model

- At this level, the objective is to identify the classes/entities and their relationships/ interactions between these classes/entities.



## Logical Model

- Specify the elements of the entities, without concern about how they will be implemented.

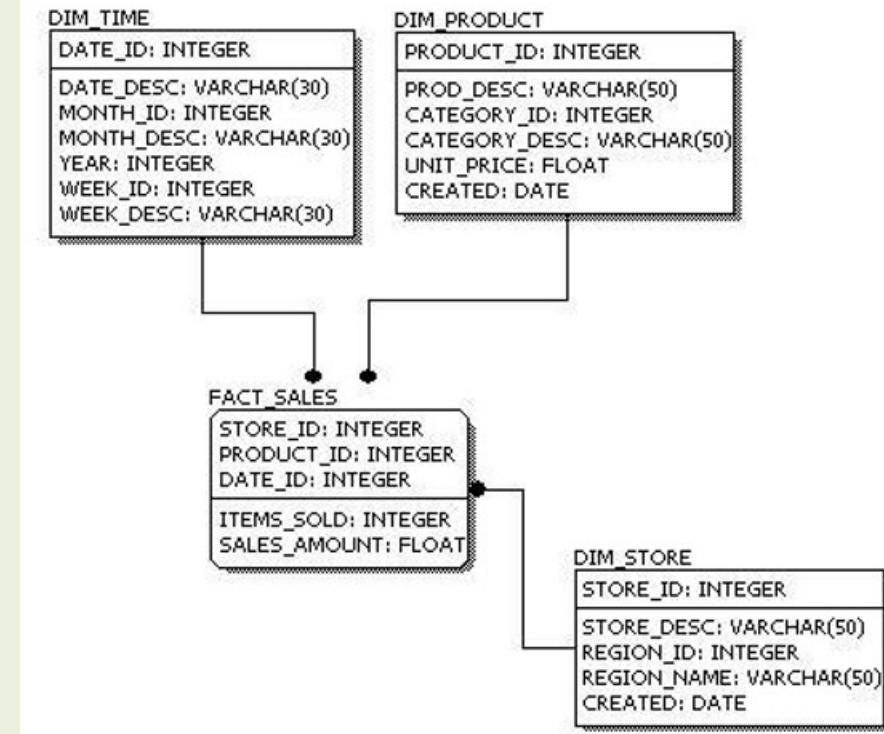


<http://www.1keydata.com/datawarehousing/data-modeling-levels.html>



## Physical model

- Specify exactly how the model will be implemented in a data base
- Definition of the fields (attributes) and their types, constraints, integrity rules.



<http://www.1keydata.com/datawarehousing/data-modeling-levels.html>



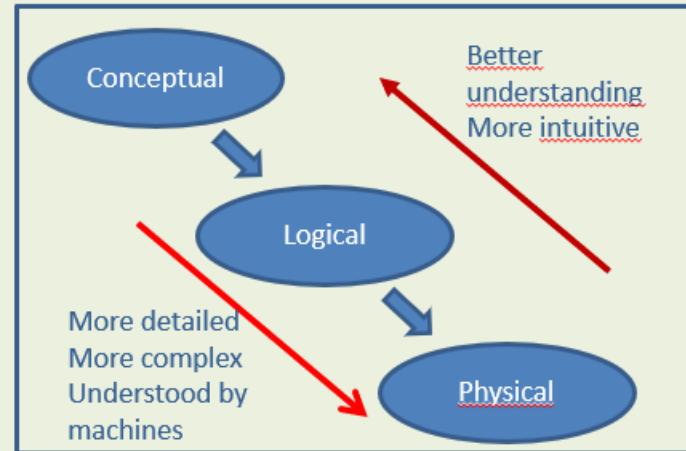
## Abstraction levels

### Conceptual (The what layer)

- More abstract
- Of the highest level
- Greater readability
- More intuitive
- Transmitting the idea/essence of the problem (even to people outside the engineering field, e.g., managers).

### Logical and physical (The how layer)

- More concrete
- More details in order to define exactly how to implement the specified model.
- Machine software can read it.



Feature	Conceptual	Logical	Physical
Entity Names	✓	✓	
Entity Relationships	✓	✓	
Attributes		✓	
Primary Keys		✓	✓
Foreign Keys		✓	✓
Table Names			✓
Column Names			✓
Column Data Types			✓

# PRESENTATION OF WORK ASSIGNMENT

Nova



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
FCT – Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Secção de Robótica e Manufatura Integrada

## Descrição do trabalho a efetuar

Este trabalho destina-se a proporcionar aos alunos um contacto com os conceitos básicos acerca do projeto/modelação de bases de dados, tendo em vista a sua posterior utilização em atividades enquadradas no seio da Engenharia Eletrotécnica e de Computadores.

Concretamente, o estudo e a implementação do problema proposto neste trabalho servirão para fazer uma abordagem aos seguintes conceitos, que constituem as fases de um projeto de criação de uma base de dados:

- Estudo do problema apresentado.
- Modelação dum diagrama de Entidades e Relacionamentos (*DER*) que satisfaça os requisitos do problema apresentado.
- Transformação do diagrama num esquema/modelo relacional e implementação numa base-de-dados, utilizando *SQL*.
- Implementação de questões (*SQL queries*), vistas (*SQL views*), triggers (*SQL triggers*) e funções/procedimentos (*SQL functions/procedures*) de forma a implementar as funcionalidades pretendidas no problema.
- Valorizam-se (até um máximo de 1 valor, com limite máximo de 20 valores) os trabalhos que implementem um conjunto de interfaces amigáveis para a visualização e manipulação dos dados armazenados na BD (*JDBC*, outros).



## Descrição geral do problema (a parte a azul é a mais importante)



Você foi contratado para desenvolver um sistema de base de dados para uma empresa especializada em soluções de domótica para residências e edifícios inteligentes. Este sistema deve gerenciar informações sobre clientes, instalações, contratos, dispositivos inteligentes e a interação entre esses dispositivos, considerando os seguintes pontos:

- **Clientes:** A empresa atende uma ampla gama de clientes, incluindo indivíduos e empresas. Cada cliente é identificado por informações como nome, endereço principal, NIF (Número de Identificação Fiscal), telefone, entre outros.
- **Instalações:** Cada cliente pode ter várias instalações equipadas com sistemas de domótica, identificadas por um código único e um endereço. As instalações podem variar de apartamentos e casas a escritórios e lojas, todos equipados com tecnologia inteligente para automação.



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
FCT – Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Secção de Robótica e Manufatura Integrada

- **Contratos:** Cada instalação é coberta por um contrato que especifica a data de início, a duração, os serviços de domótica contratados, os custos associados, etc.
- **Pacotes/Serviços:** Os serviços são diferenciados por níveis - *lowcost*, *normal* e *professional*, adaptados às necessidades de automação e controle inteligente:
  - **Lowcost:** Inclui soluções básicas de automação, como controle de iluminação e termostatos inteligentes (até 2 tipos de dispositivos).
  - **Normal:** Expande as opções para incluir controle de iluminação, termostatos, cortinas automáticas e sistemas de som ambiente (até 4 tipos de dispositivos).
  - **Professional:** Oferece uma solução completa de domótica, incluindo todos os dispositivos do pacote standard mais sistemas avançados de segurança, assistentes virtuais e sistemas de irrigação inteligente (sem limite de dispositivos).
- **Dispositivos Inteligentes:** Cada dispositivo é caracterizado por referência do fabricante, modelo, tipo, etc. São registados com data/hora de instalação, estado (ativo/inativo), e podem incluir especificações como consumo de energia, eficiência, entre outros.
- **Interação entre Dispositivos:** O sistema deve ser capaz de gerir cenários de automação, onde a ativação de um dispositivo pode desencadear ações em outros dispositivos (por exemplo, o desligamento de luzes pode ajustar automaticamente o termostato).
- **Simulação de Dados:** Devido à ausência de um sistema real operacional, os dados referentes ao estado e ao comportamento dos dispositivos devem ser simulados para testar e demonstrar as funcionalidades do sistema.
- **Dados Reais:** Posteriormente aos testes com dados simulados, será disponibilizada uma instalação de testes, com alguns dispositivos (medição de consumo energético, ligar/desligar AC, ligar/desligar luz, medição de temperatura e qualidade do ar, etc.). Deverá realizar uma instalação que utilize os dados reais disponibilizados e que atue no mesmo.
- **Gestão de Energia:** Inclui funcionalidades para monitorar e otimizar o consumo de energia, integrando dispositivos inteligentes para maximizar a eficiência energética.

- **Faturação:** Deve haver um registo de faturas emitidas para cada contrato, detalhando número da fatura, data, pacote de serviços contratados e estado da fatura (emitida/paga). As faturas são geradas automaticamente no dia 2 de cada mês.

Este sistema de base de dados deve fornecer uma plataforma robusta para a gestão de soluções de domótica em edifícios inteligentes, facilitando a vida dos usuários através da automação residencial e do controlo inteligente de dispositivos, enquanto promove a eficiência energética e o conforto ambiental.



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
FCT – Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Secção de Robótica e Manufatura Integrada

## Instalação de Testes

A instalação de testes que será disponibilizada para gerar dados reais e possibilitar que seja possível atuar no “mundo real” é composto por alguns dispositivos, como os mostrados nas Figuras.

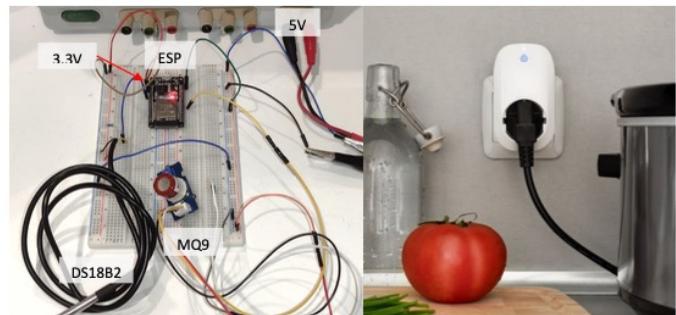


Figura 1 - Sensor de temperatura e qualidade do ar (à esquerda) e sensor de consumo energético e interruptor (à direita)

A extração de dados e o acionamento dos dispositivos é possível através de um *gateway*, que recebe os dados dos dispositivos e envia para outros softwares (neste caso a nossa solução) e recebe os pedidos para acionar algo (por exemplo ligar e desligar um interruptor). Assim, a solução que é proposta deverá ter a seguinte arquitetura.

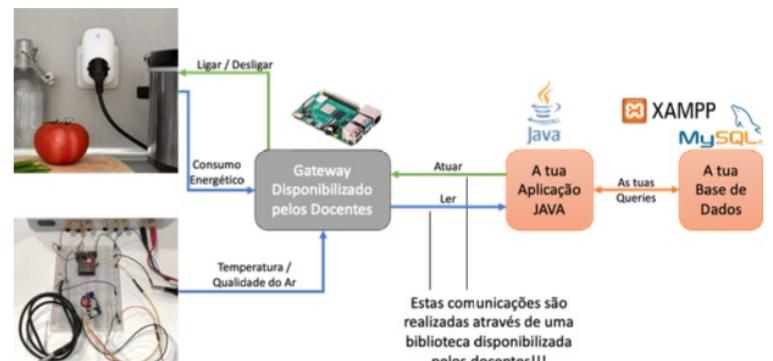


Figura 2 - Arquitetura da instalação de testes

# MODELING THE PROBLEM (METHODOLOGY)

---



Proceed to develop the ERD for the problem in the lab work

Do Iteratively:

1. Read the problem
2. Use the Peter Chan approach, described during TP classes, to develop the Entity-Relationship Diagram
  - a. Nouns -> Entities
  - b. Verbs -> Relationships
3. Create the ERD (or change it).
4. Develop it (forward engineering)
5. Create the schema
6. Insert testing data
7. Make queries (according to the needs of the problem).
8. Verify whether the model satisfies the problem (able to handle the requirements in the document).
9. If not, solve the identified issues/gaps (repeat the cycle).

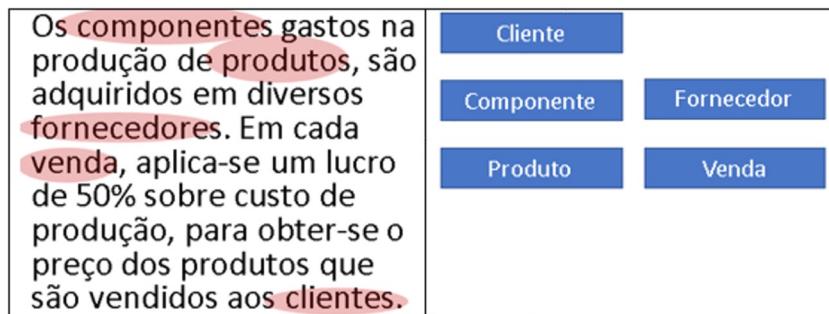
# ENTITY-RELATIONSHIP DIAGRAM

NOVA

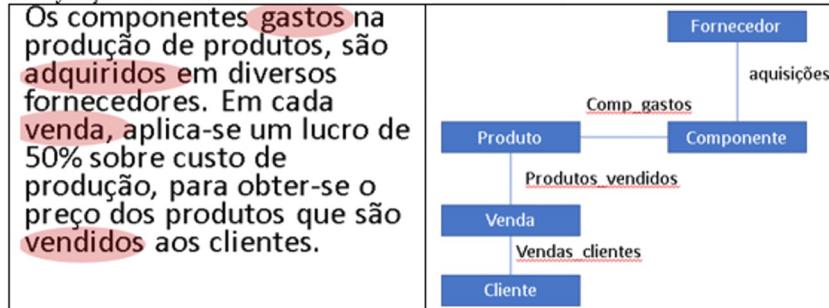
NOVA  
NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY

## Anexo 1 – Modelação: Criação do Diagrama de Entidades e Relacionamentos

Ilustrando como se identificam entidades a partir da descrição do problema. Para modelos de grandes dimensões, uma boa abordagem consiste em representar parcelas pequenas do modelo, ou seja, um fragmento de cada.



### Identificação dos relacionamentos



Para uma representação mais compacta, pode-se fundir as duas tabelas anteriores numa só, conseguindo-se identificar em simultâneo as entidades e os relacionamentos, utilizando duas cores distintas, por exemplo, destacar com azul os verbos e a verde os substantivos.

Use the Peter Chan approach to identify the entities and relationships from the description of work

Use the template given in Annex 1 of the Work assignment document and the slides of theoretical classes

## Caracterização dos relacionamento

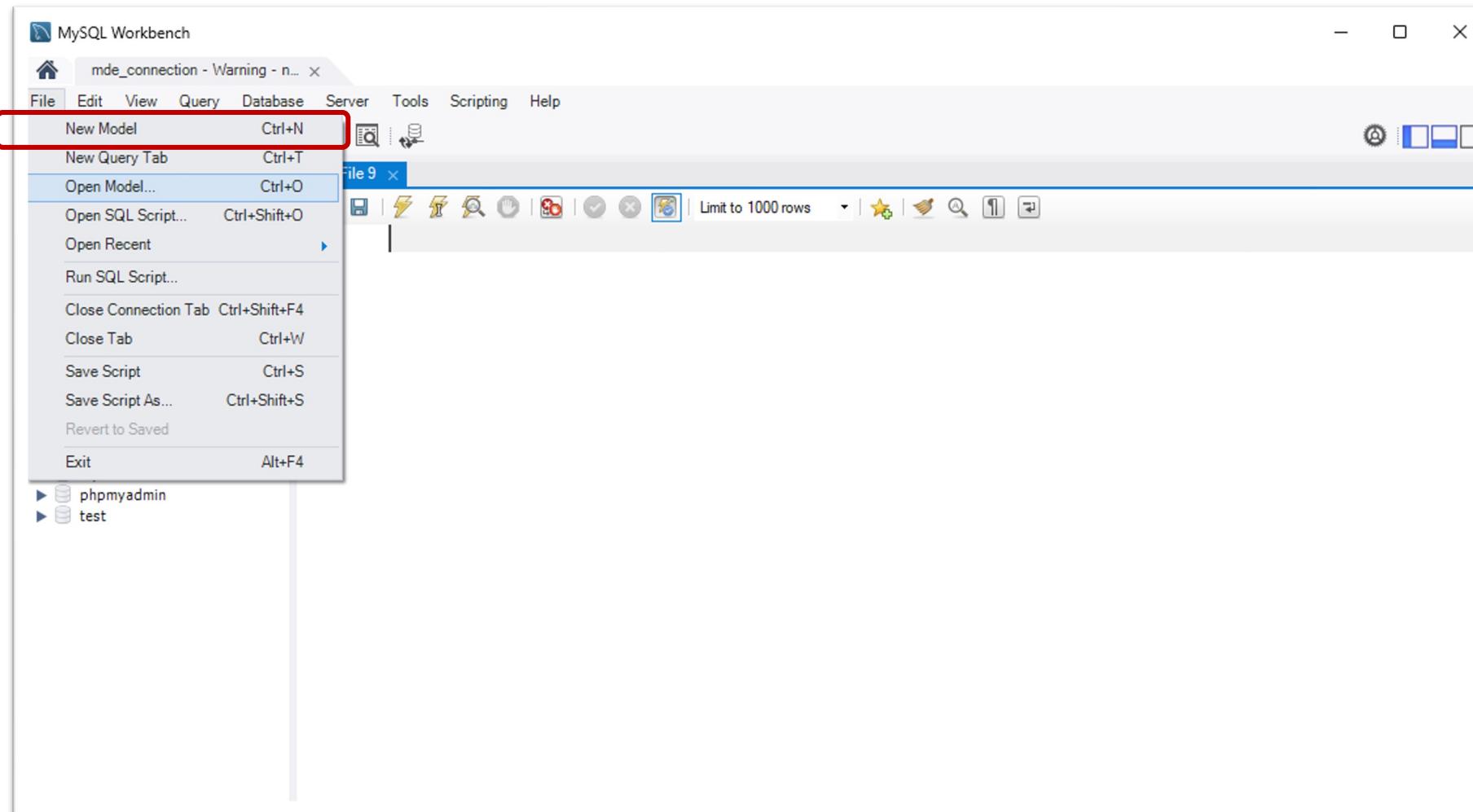
NOVA  
OF TECHNOLOGY

#	Necessidade	Entidade 1 (dominante)	Entidade 2 (dependente)	Cardinalidade
1	Sistema, registrar, facultades	Sistema (UNL)	Faculdades	1---N
2	faculdade possui cursos	Faculdades	Cursos	1---N
3	cursos, que “pode ser de diversos” tipos( licenciaturas, mestrados, doutoramentos)	Tipos_cursos	Cursos	1---N
4	Faculdade agrega vários departamentos	Faculdades	Departamentos	1—N
5	sendo estes (os dep.) que prestam os cursos referidos.	Departamentos	Cursos	1---N
6	Um departamento possui docentes	Departamentos	Docentes	1---N
7	docentes que “estão agrupados” por destintas áreas científicas	áreas científicas	Docents	1---N
8	Cada curso tem associado um perfil curricular	Curso	Perfil_curricular	1---N
9	perfil curricular que descrevem as disciplinas respetivas	Perfil_curricular	disciplina	N---M
10	alunos matriculam-se num curso	Curso	Aluno	N---M
11	Cada aluno inscreve-se nas diversas disciplinas	Aluno	Disciplina	N-M

# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering)



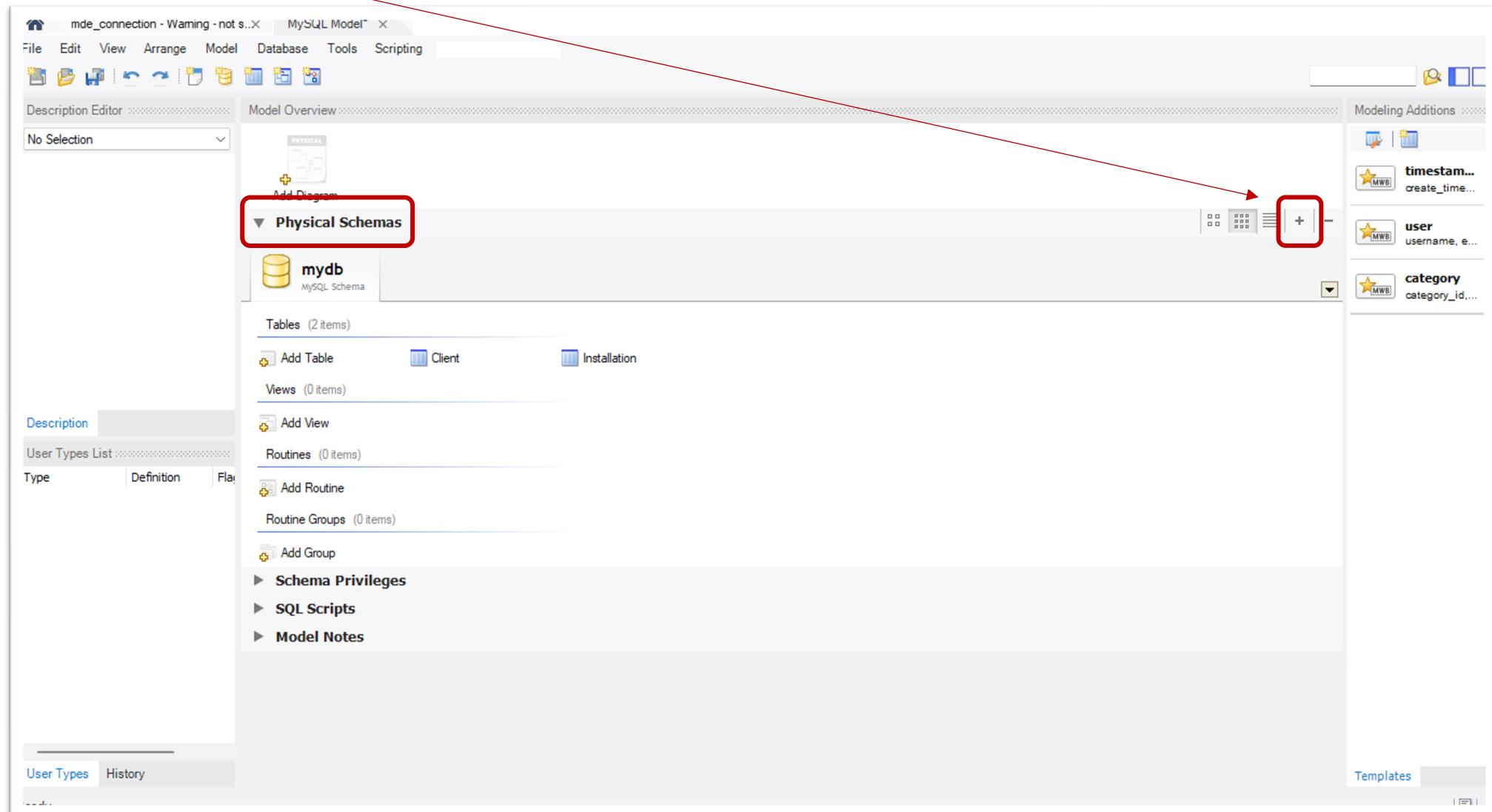
- Select File->New Model



# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering)



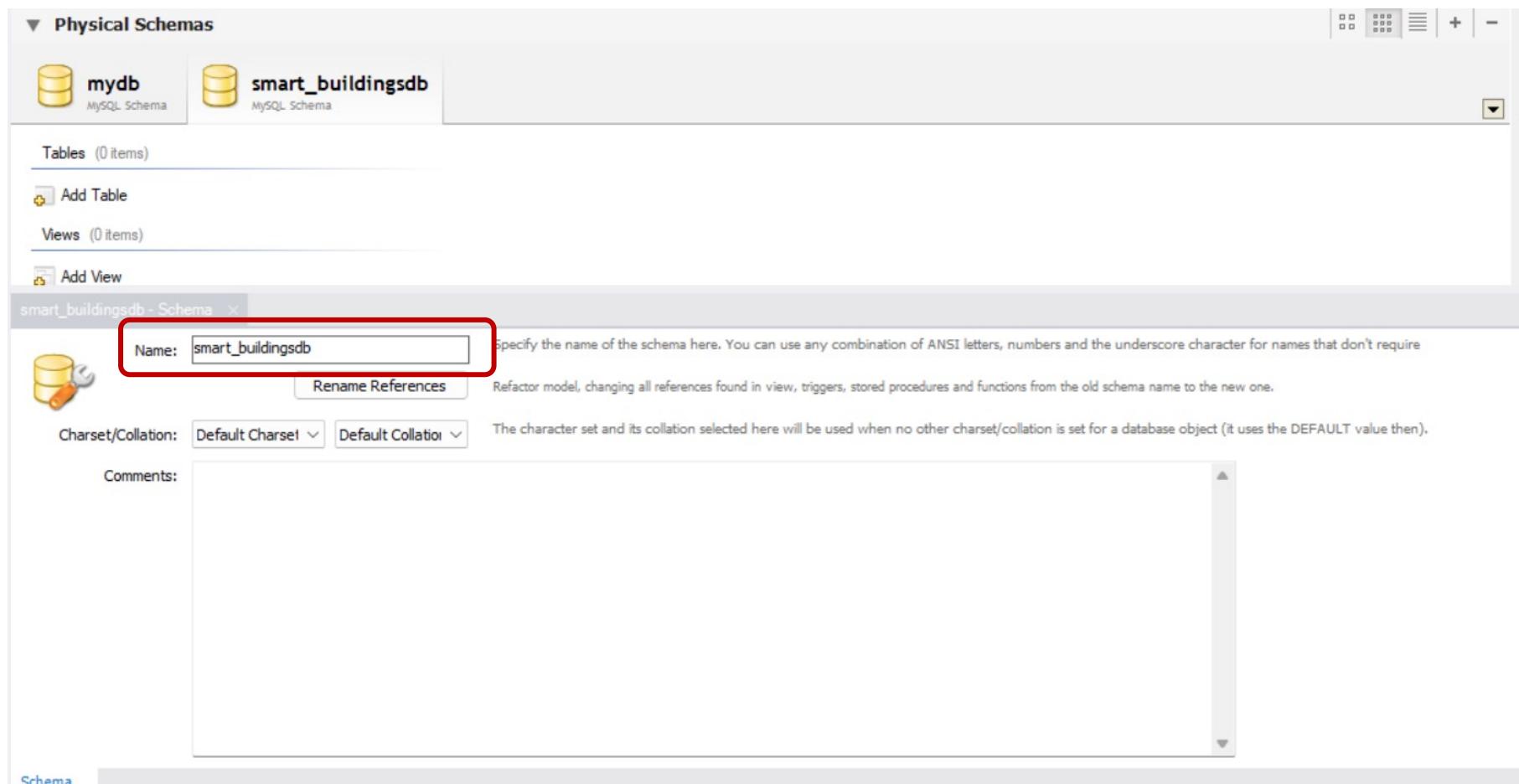
- Physical Schemas -> New (+)



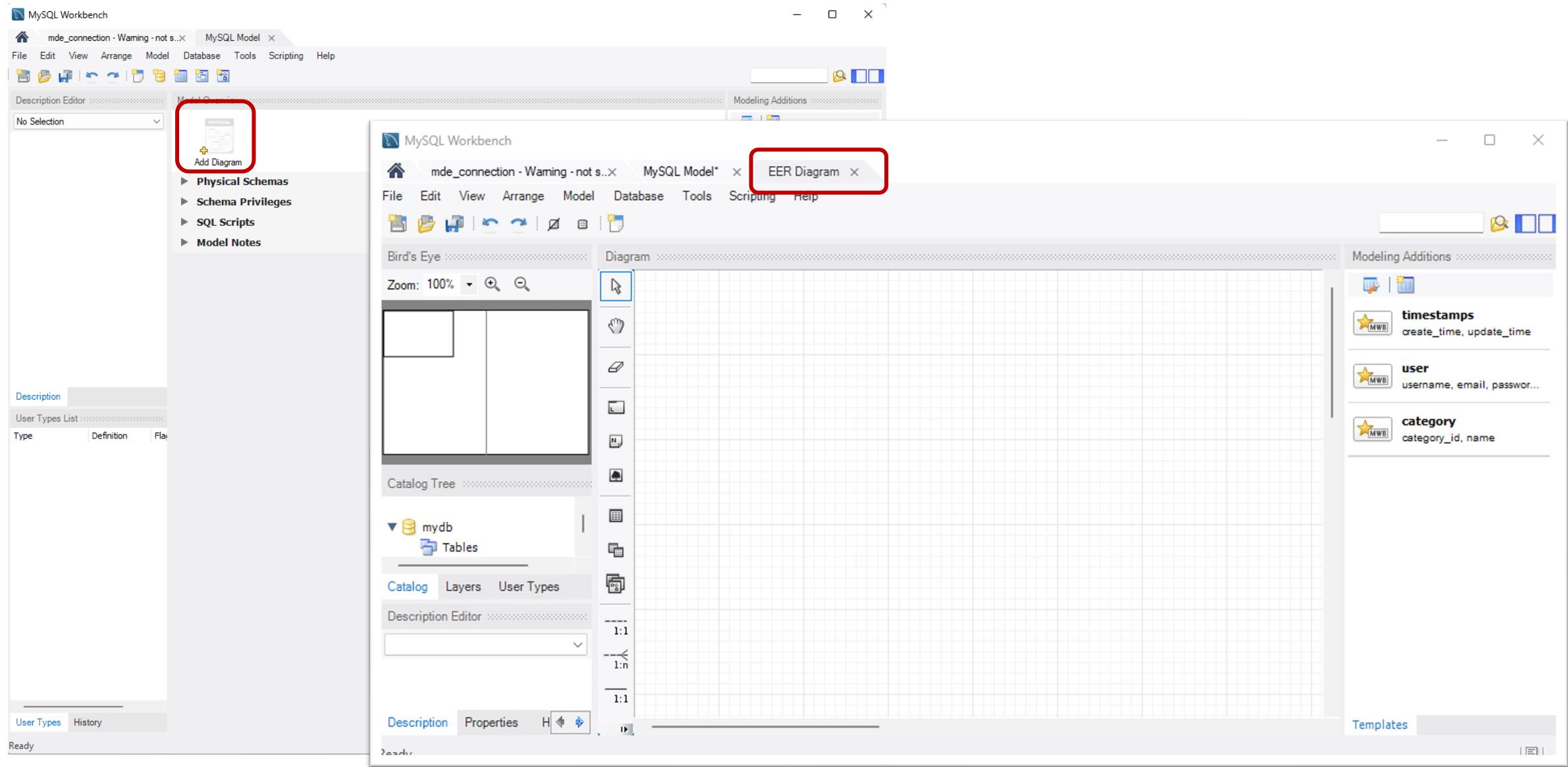
# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering)



- Name it as *smart\_buildingsdb*



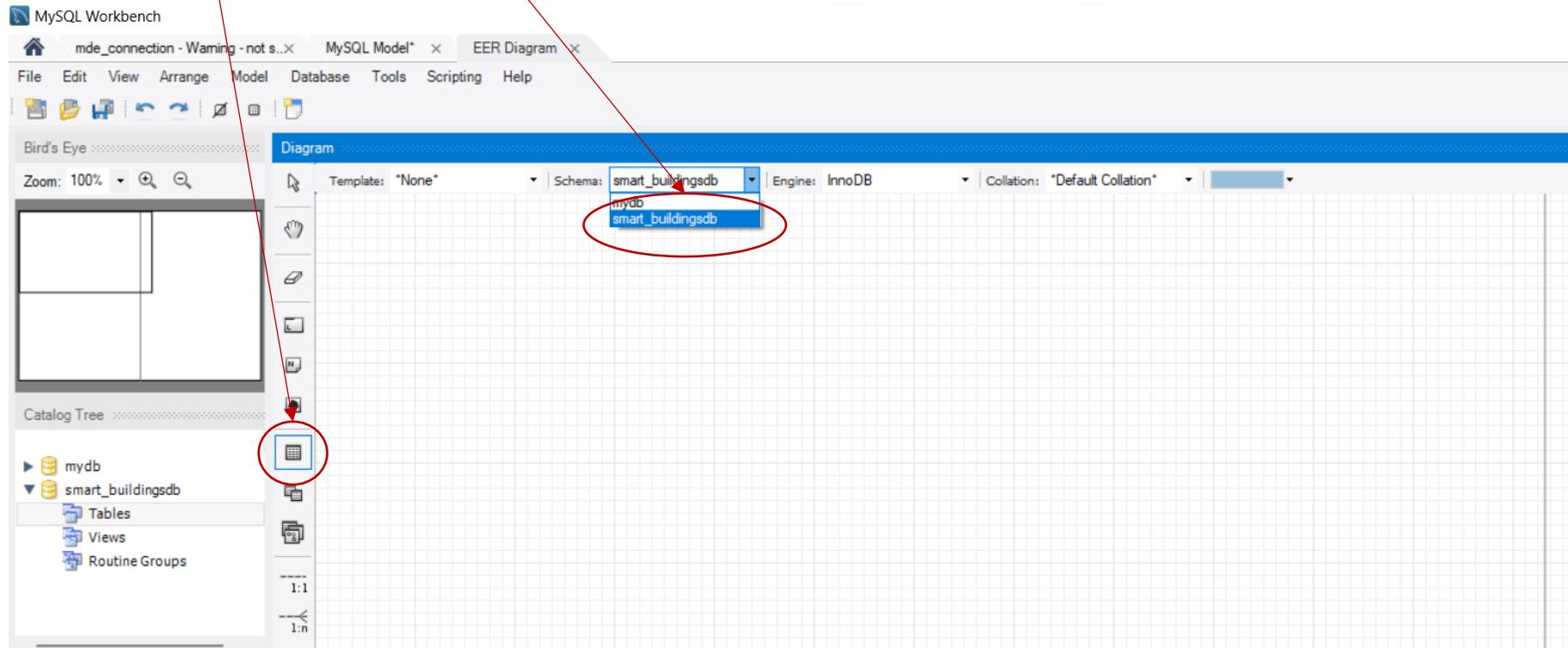
# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering)



# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering) – New Table



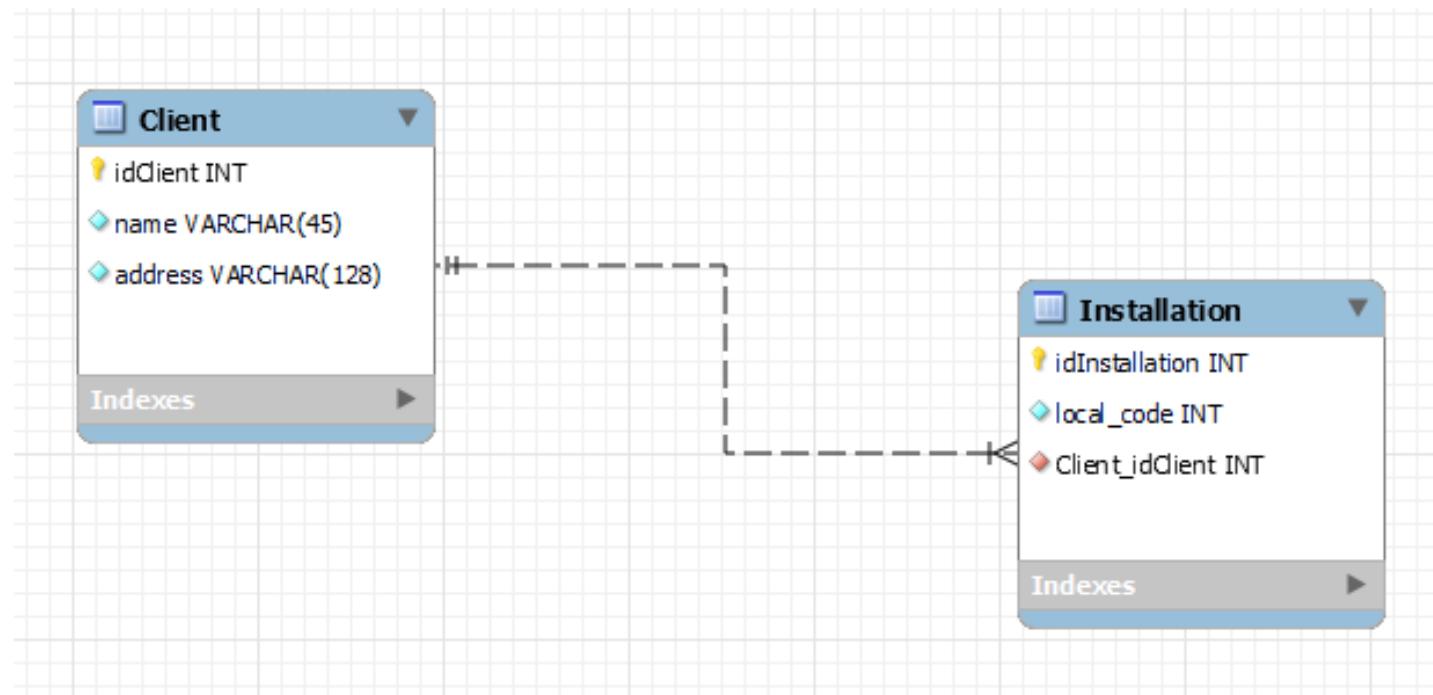
- Create new table
- Choose the appropriate schema



# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering)



- Let's use a small model is just to illustrate the process
- Might need more attributes!



# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering) – New Table



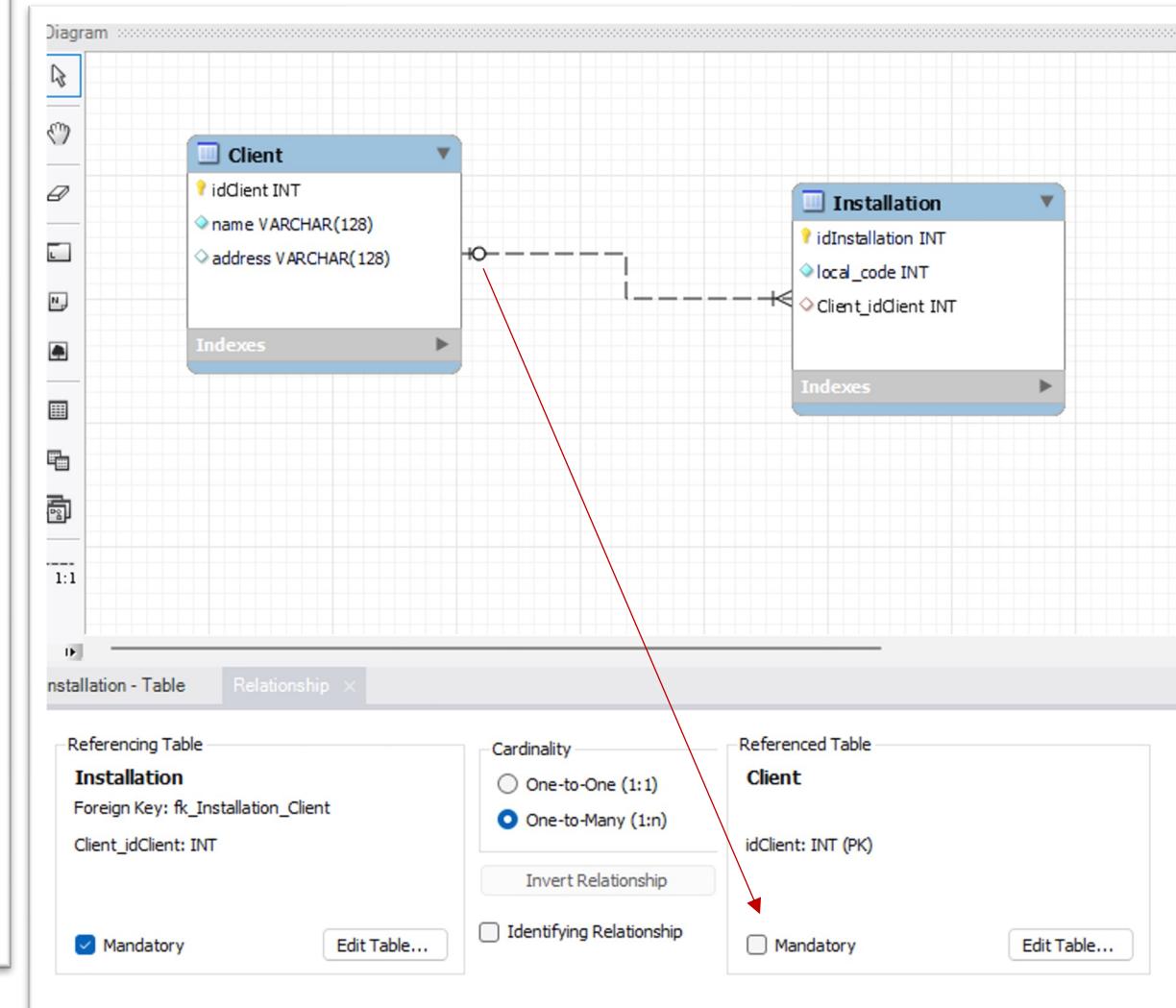
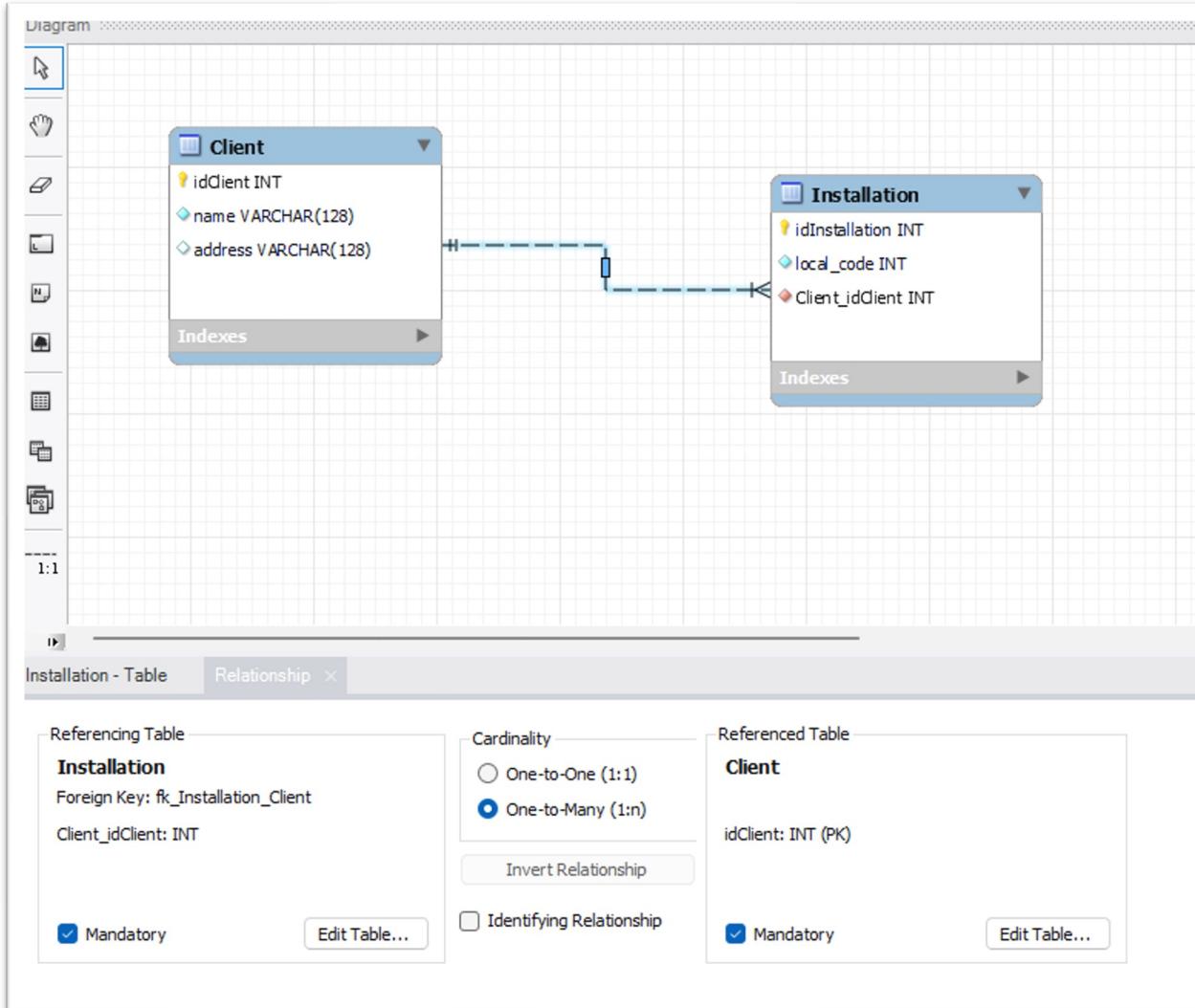
The screenshot shows the MySQL Workbench interface with the 'MySQL Model' tab selected. In the 'Diagram' view, a table named 'Client' is defined with three columns: 'idClient' (INT), 'name' (VARCHAR(45)), and 'address' (VARCHAR(128)). The 'Properties' tab for the 'Client' table is open, showing the table name 'Client', schema 'smart\_buildingsdb', and column definitions. The 'Columns' tab is selected, displaying the columns 'idClient', 'name', and 'address'. The 'Datatype' column for 'idClient' is circled in red, and the 'PK' (Primary Key) checkbox is checked. The 'Data Type' dropdown for 'name' is set to 'VARCHAR(45)' and is also circled in red. The 'Not Null' checkbox is checked for 'name'. The 'Address' column is currently empty. The 'Properties' tab at the bottom shows various storage and key options for each column.

- Attribute assignment
- Datatype
- Constraints

Check appropriate schema selection

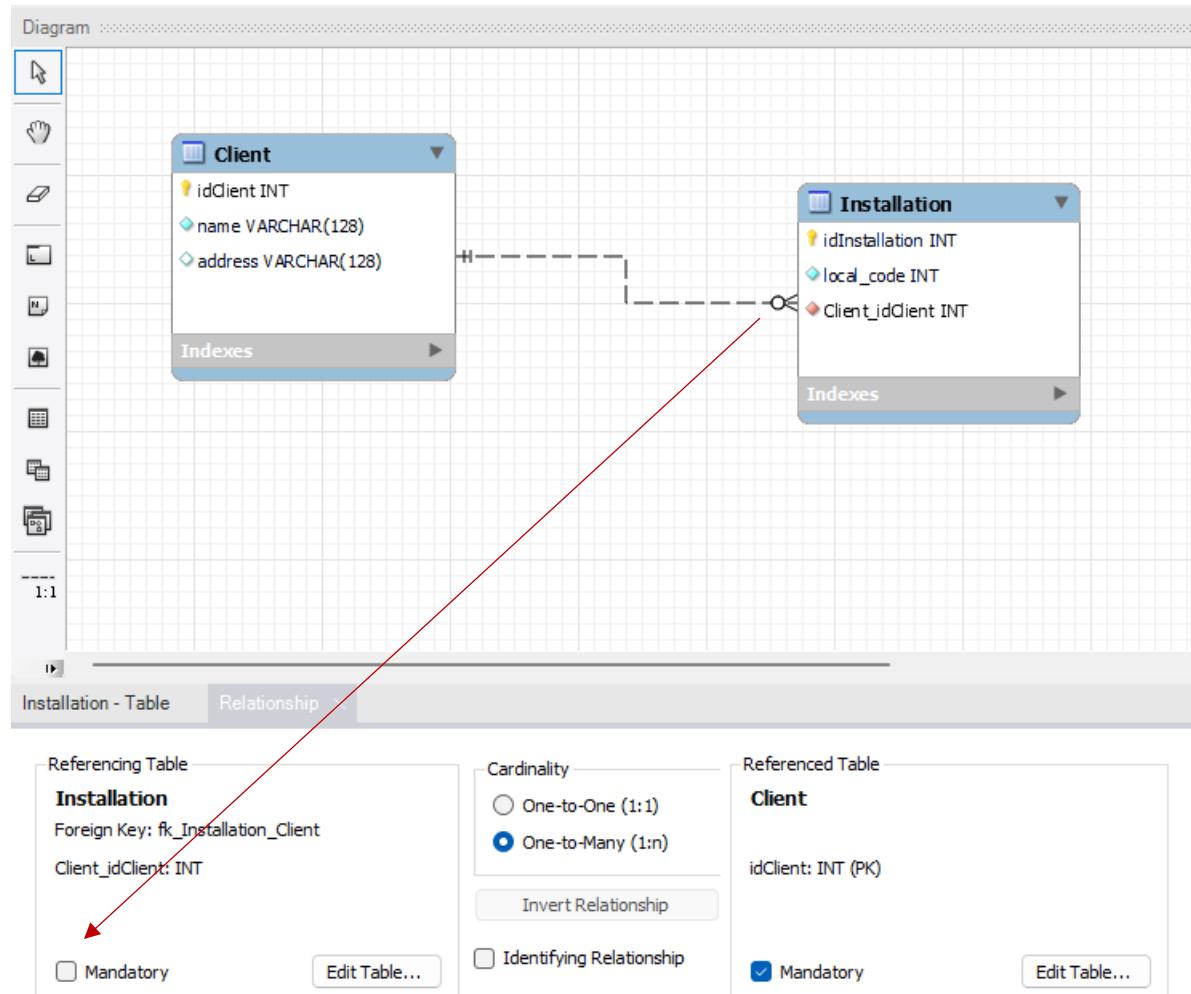
# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering) – Relationships NOVA

- Default relationship:  $1 \rightarrow 1$  or more

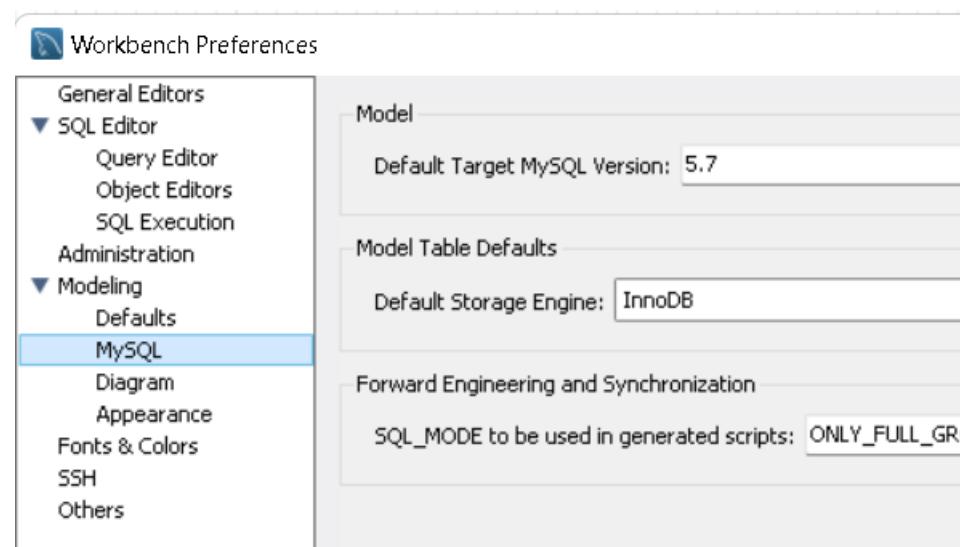


# MODEL CREATION IN MySQL (forward engineering) – Relationships NOVA

- Default relationship:  $1 \rightarrow 0$  or more

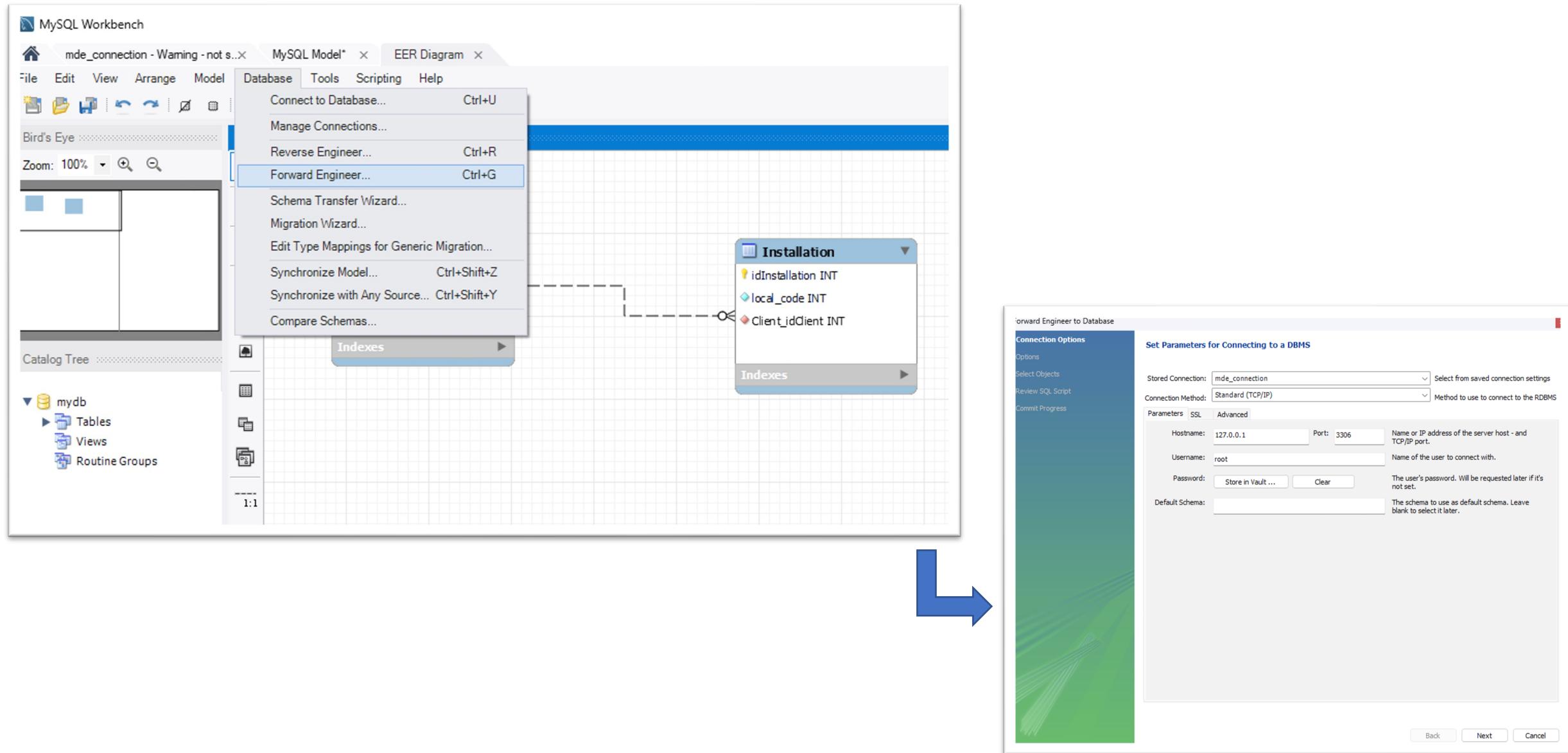


- In order to avoid a bug between MySQL versions, we need to go to menu Edit > Preferences > Modeling > MySQL.
- Change Default Target MySQL version to 5.7

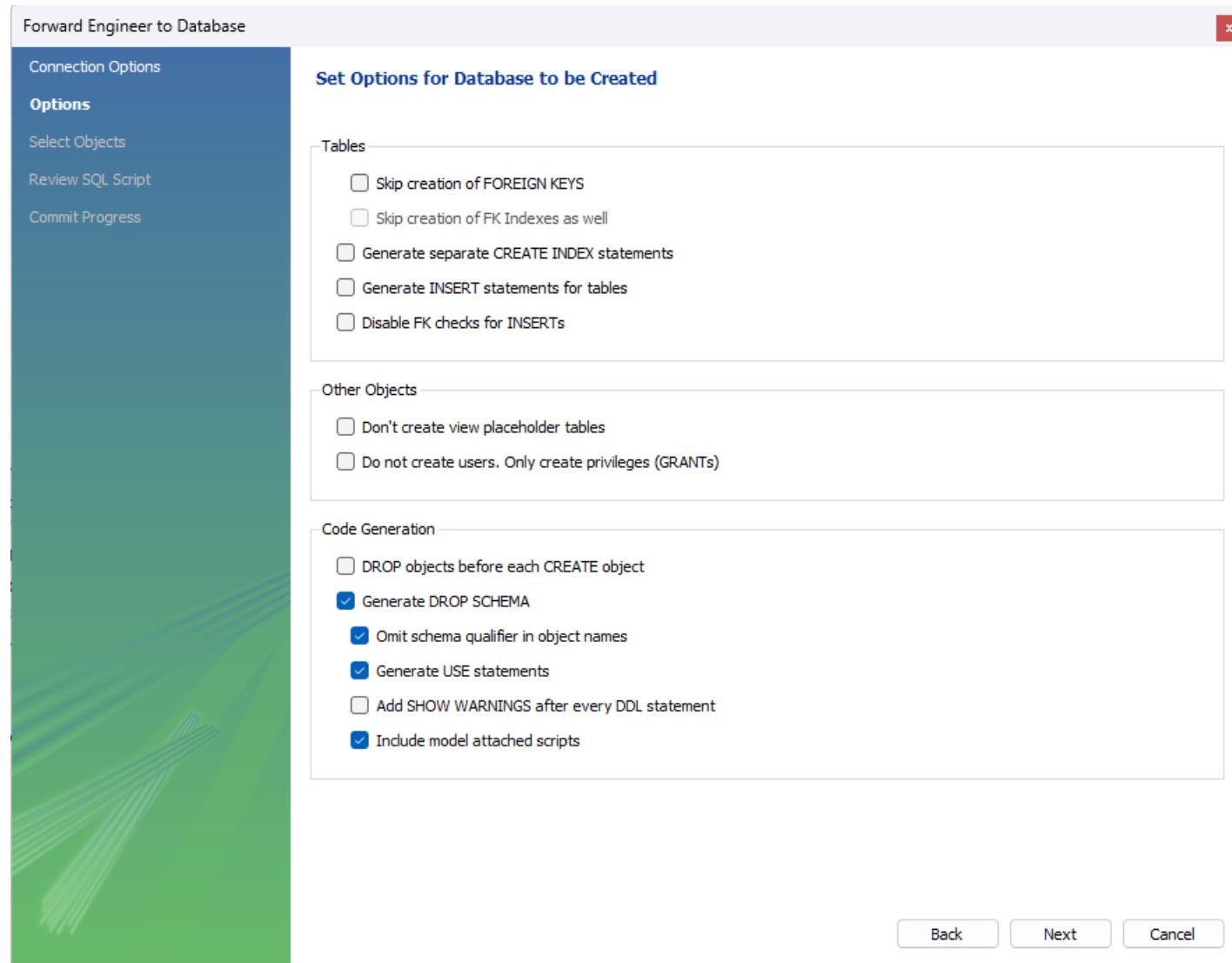


# FORWARD ENGINEERING

NOVA



# FORWARD ENGINEERING – SUGGESTED SETTINGS



# FORWARDING...

NOVA

The screenshot illustrates the MySQL Workbench Forward Engineering process across three main windows:

- Forward Engineer to Database (Left Window):** This window contains a sidebar with options: Connection Options, Options, Select Objects, Review SQL Script, and Commit Progress. A central panel titled "Select Objects to Forward Engineer" shows a list of export types:
  - Export MySQL Table Objects (2 Total Objects, 2 Selected)
  - Export MySQL Views (0 Total Objects, 0 Selected)
  - Export MySQL Routines (0 Total Objects, 0 Selected)
  - Export MySQL Schemas (0 Total Objects, 0 Selected)
  - Export User Objects (0 Total Objects, 0 Selected)A "Show Filter" button is located at the top right of this panel.
- Review the SQL Script to be Executed (Middle Window):** This window displays the SQL script that will be executed on the database server. The title is "Review the SQL Script to be Executed". The text area contains the following SQL code:

```
1 -- MySQL Workbench Forward Engineering
2
3 SET @OLD_UNIQUE_CHECKS=@@UNIQUE_CHECKS, UNIQUE_CHECKS=0
4 SET @OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS=@@FOREIGN_KEY_CHECKS, FOREIGN_KEY_CHECKS=0
5 SET @OLD_SQL_MODE=@@SQL_MODE, SQL_MODE=ONLY_FULL_GROUP_BY
6
7 --
8 -- Schema mydb
9 --
10 --
11 -- Schema smart_buildingsdb
12 --
13 DROP SCHEMA IF EXISTS `smart_buildingsdb` ;
14
15 --
16 -- Schema smart_buildingsdb
17 --
18 CREATE SCHEMA IF NOT EXISTS `smart_buildingsdb` ;
19 USE `smart_buildingsdb` ;
20
21 --
22 -- Table `Client`
23 --
24 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `Client` (
    ...
)
```

At the bottom of this window are "Save to File..." and "Copy to Clipboard" buttons, and a "Back" button.
- Forward Engineer to Database (Right Window):** This window is titled "Forward Engineer to Database" and contains a sidebar with the same options as the first window. The main area is titled "Forward Engineering Progress" and displays a list of tasks:
  - Connect to DBMS
  - Execute Forward Engineered Script
  - Read Back Changes Made by Server
  - Save Synchronization StateA message "Forward Engineer Finished Successfully" is shown at the bottom. At the bottom right are "Back", "Close", and "Cancel" buttons, along with a "Show Logs" button.

# BACK TO THE CONNECTION...



The screenshot shows the MySQL Workbench interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Query, Database, Server, Tools, Scripting, and Help. Below the menu is a toolbar with various icons. The main area is divided into several panes: the Navigator pane on the left lists databases like mde\_2022, mde\_2023, mde\_test, mde\_test2, phpmyadmin, security\_sysdb, and smart\_buildingsdb (which is circled in red); the SQL pane contains a single digit '1'; the Output pane shows 'Action Output' with columns for #, Time, Action, and Duration / Fetch; and the bottom pane displays 'Schema: smart\_buildingsdb'. A message box in the center-right contains the following bullet point:

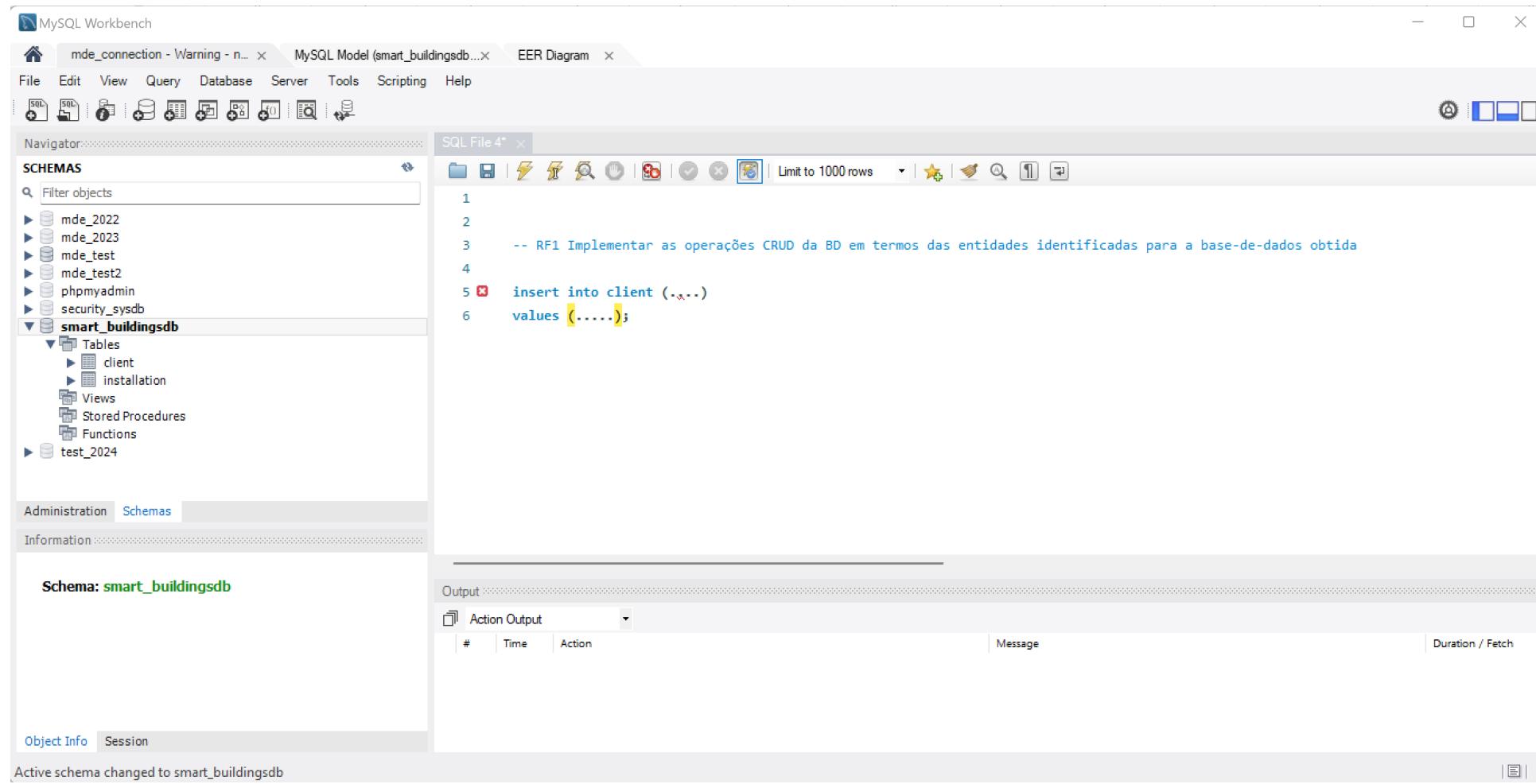
- Check if the new schema is already in place  
(it might be needed a refresh...)

Active schema changed to smart\_buildingsdb

# FUNCTIONAL REQUIREMENTS DEVELOPMENT

NOVA

At this moment we are ready to start the development of the FRs!



The screenshot shows the MySQL Workbench interface. The left sidebar displays the 'Navigator' and 'Schemas' sections, listing various databases like mde\_2022, mde\_2023, mde\_test, mde\_test2, phpmyadmin, security\_sysdb, and smart\_buildingsdb. The 'smart\_buildingsdb' schema is selected, revealing its tables (client, installation), views, stored procedures, and functions. The main area is the 'SQL File 4\*' editor, which contains the following SQL code:

```
1
2
3 -- RF1 Implementar as operações CRUD da BD em termos das entidades identificadas para a base-de-dados obtida
4
5 ✘ insert into client (...);
6 values (.....);
```

The code is intended to implement CRUD operations for the 'client' entity. The 'Action Output' pane at the bottom is currently empty.

- ❑ Implementation of the FRs: CRUD and Queries for consulting information.
- ❑ Joins and Views
- ❑ Aggregation functions.

Keep Up The  
Good Work!