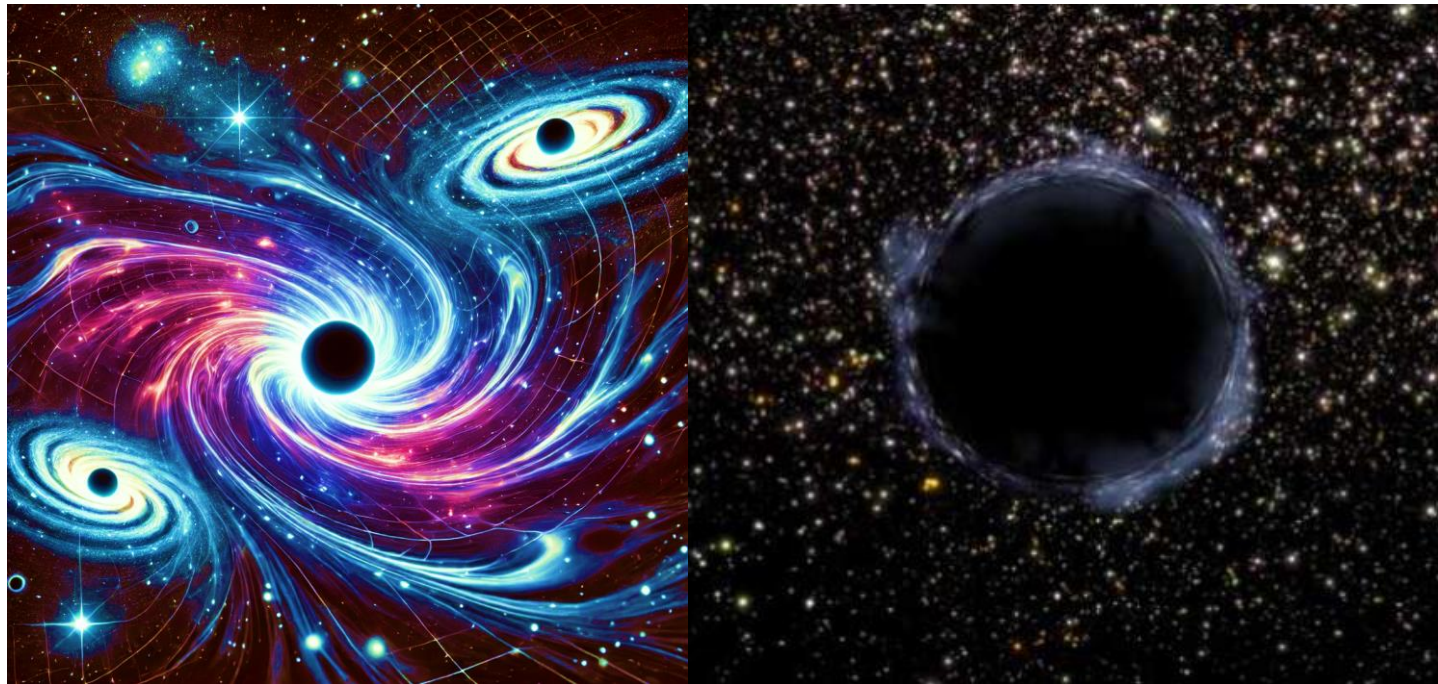


PREDAREA GĂURILOR NEGRE ȘI A UNDELOR GRAVITAȚIONALE ÎN FIZICA ȘCOLARĂ

Metode constructiviste de predare în școală a astrofizicii



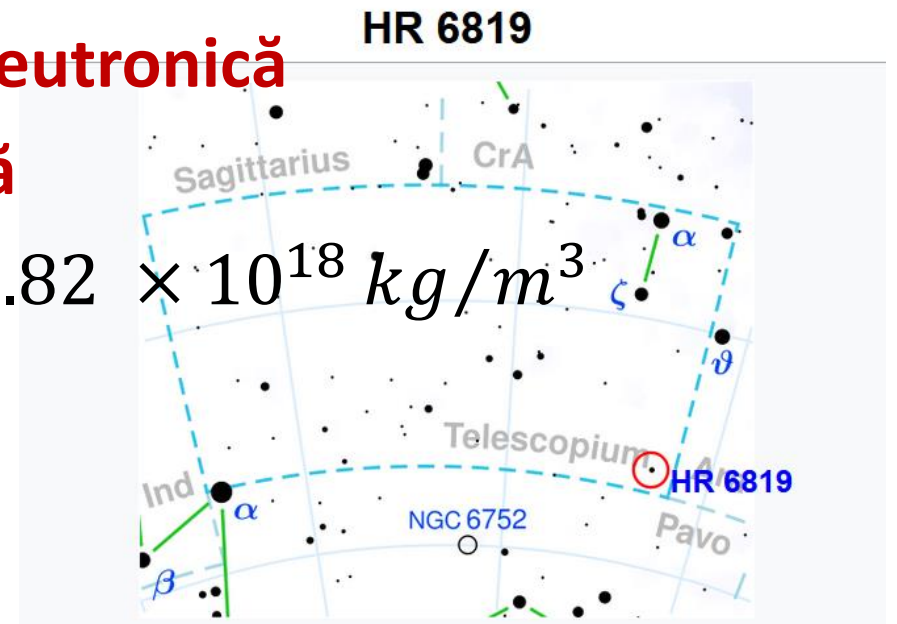
Mihail CALALB
Viorel DABIJA
Irina ZELENSCHI

Simpozionul științific „Nicolae Donici și astronomia pe meleaguri moldovene”

CARACTERISTICILE GĂURILOR NEGRE

- Secvența principală – Gigantă Roșie – Supernovă – Gaura Neagră
- Limita TOV, masa nucleului $\geq 2.5-3 M_{\odot}$. – **gaură neagră**
- $1.4 M_{\odot} \leq$ masa nucleului $\leq 2.5-3 M_{\odot}$ - **stea neutronică**
- Limita Chandrasekhar $\leq 1.4 M_{\odot}$ - **pitică albă**
- $r_S = 2GM/c^2 = 8.87 \text{ km}$, $\rho = 3M/4\pi r_S^3 = 1.82 \times 10^{18} \text{ kg/m}^3$

HR 6819, 1120 ani-lumină, $5 M_{\odot}$

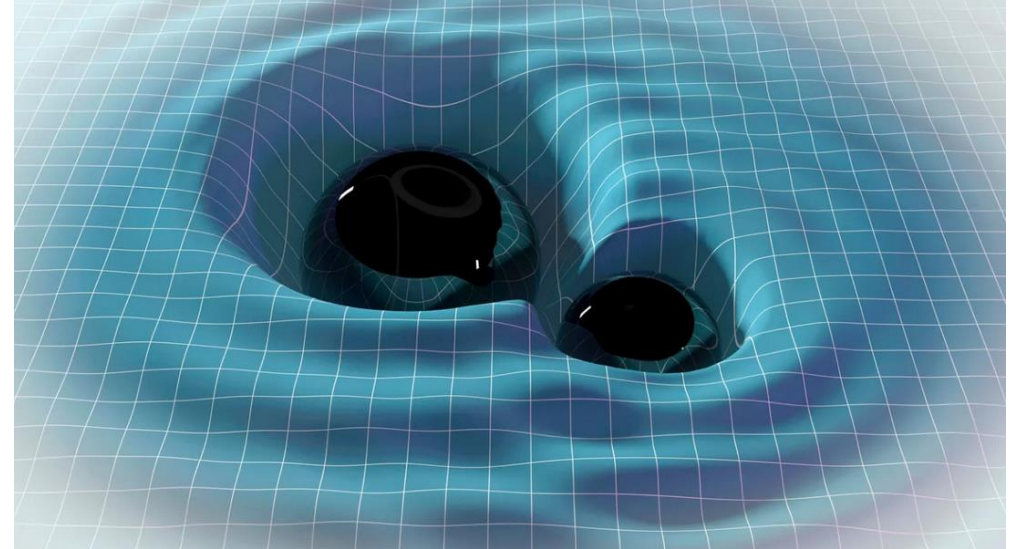


Shapiro, S. L., & Teukolsky, S. A. (1983). *Black holes, white dwarfs, and neutron stars: The physics of compact objects*. John Wiley & Sons.

CARACTERISTICILE UNDELOR GRAVITAȚIONALE

Generate de

- Fuziunea a două găuri negre
- Coliziunea stelelor neutronice
- Supernove
- $A = \Delta L/L, \approx 10^{-21}m, A = 4GM_1M_2/c^4 R$
- $f = c^3/GM, 100 Hz - kHz, nHz - \mu Hz$

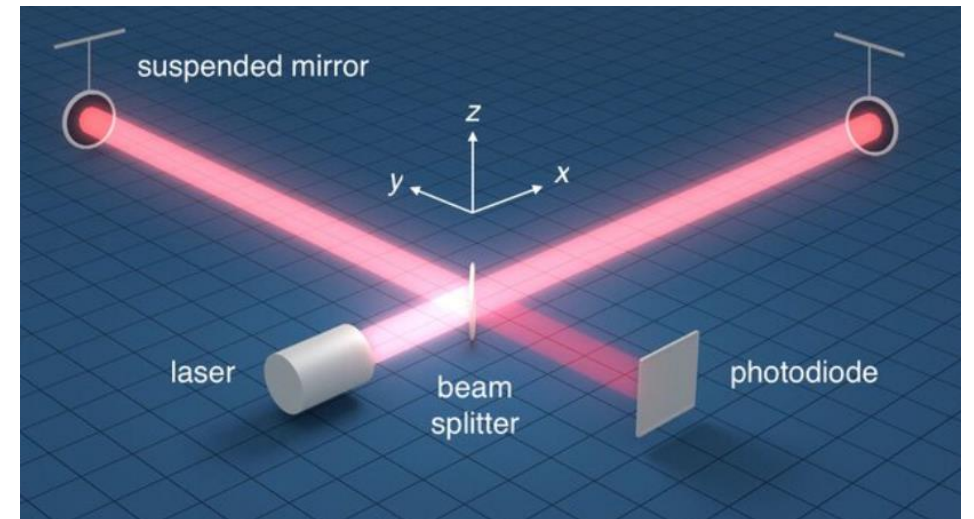
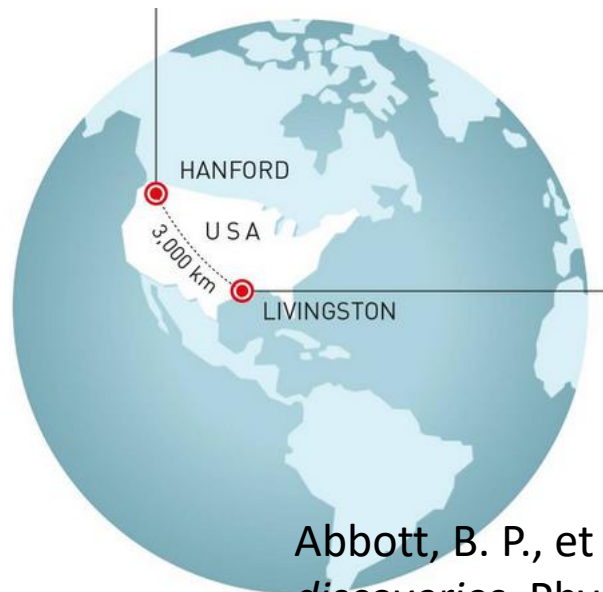


Abbott, B. P., et al. (2016). *Observation of gravitational waves from a binary black hole merger*. Physical Review Letters, 116(6), 061102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.061102>

PRINCIPIUL DE FUNCȚIONARE AL INTERFEROMETRULUI LIGO

Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory

- 14.09.2015, evenimentul GW 150914
- $29 M_{\odot} + 36 M_{\odot} = 62 M_{\odot} + 3 M_{\odot}$
- $10^{-18} m$



Abbott, B. P., et al. (2016). *GW150914: The Advanced LIGO detectors in the era of first discoveries*. *Physical Review Letters*, 116(13), 131103.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.131103>

OBSERVATOARELE LIGO



https://www.einstein-online.info/en/spotlight/gw_detectors/

COMPLEXITATEA COSMICĂ ÎN SALA DE CLASĂ

Predarea constructivistă a fizicii

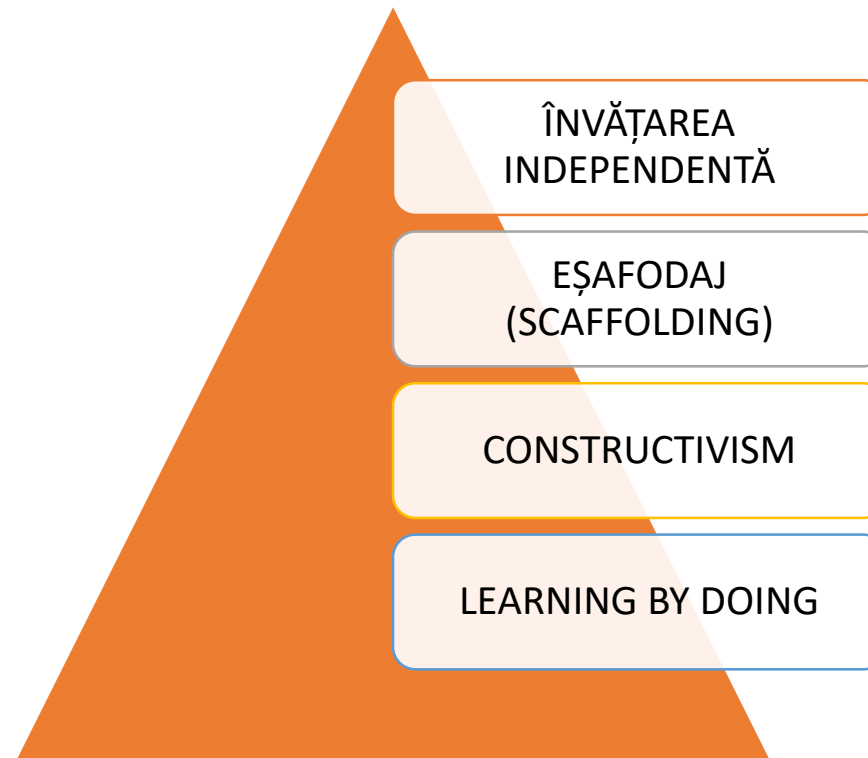
COMPONENTELE COMPETENȚEI ȘTIINȚIFICE

- Înțelegerea conceptuală
- Aplicarea cunoștințelor
- Abilități de cercetare
- Învățarea prin cercetare
- Analiza datelor
- Interdisciplinaritate
- Comunicare științifică
- Colaborare
- Curiozitate
- Învățare continuă

Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. ASE, Cambridge.

PREDAREA CONSTRUCTIVISTĂ ȘI EȘAFODAJUL

la lecția de fizică



Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). *Enhancing the quality of argumentation in school science*. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

ÎNVĂȚAREA PRIN CERCETARE GHIDATĂ DE PROFESOR

COMPONENTELE DE BAZĂ ALE LECȚIEI

Investigare
activă a
conceptelor

Profesorul ca
facilitator și
ghid

Probleme
deschise

Întrebări și
discuții
orientate

Autonomie
progresivă a
elevilor

CONCLUZII

- Temele din astrofizică (găurile negre și undele gravitaționale) fac fizica relevantă și captivantă pentru elevi.
- LIGO oferă un exemplu modern pentru integrarea descoperirilor recente în predarea fizicii.
- Metodele constructiviste de predare a fizicii și scaffolding-ul sprijină formarea competențelor științifice.
- Învățarea prin cercetare ghidată de profesor promovează autonomia și angajamentul elevilor în învățarea fizicii.