

# I Progjets SUPERCOMET a Udin

LORENZO MARCOLINI, MARISA MICHELINI,  
ALBERTO STEFANEL, ROSSANA VIOLA\*

**Ristret.** SUPERCOMET 2 (SUPERCOnductivity Multimedia Educational Tool phase 2) al è un projet dentri dal Program “Leonardo da Vinci II – timp” de Union Europeane che al cjape dentri Universitâts e Scuelis Secundariis di 15 paîs europeans. Chest projet si propon di produci un strument multimediâl pal studi de supercondutivitât e di creâ une comunitât a nivel european, motivade a dâ vivôr al insegnament de Fische intune suaze di viertidure aes colaborazions internazionâls. A son stâts disvilupâts diviers materiâi: animazions interativis, tescj, videos, materiâi *hands on* cun chê di fâ misuris e dimostrazions sul fenomen de supercondutivitât. Cul compagnament di une guide par l’insegnant chescj materiâi a son stâts doprâts sei intai seminaris che inte sperimentazion in classe intes scuelis che a àn aderît al projet.

In Italie a cjâf dal projet<sup>1</sup> e je la Universitât di Udin, cun compits di coordinament de sperimentazion che e cjape dentri students di scuelis difarentis di plui regions talianis. La planificazion dai percors e met in schirie diviersis propuestis di curriculum che a considerin strategjiis di logament, metodis e contignûts. Scuelis e insegnants di Udin a son stâts metûts dentri ativementri tal projet: tal articul a vegnin presentâts e analizâts i percors de sperimentazion che i insegnants a àn metût adun.

**Peraulis clâf.** Strument multimediâl, supercondutivitât, materiâi interatîfs, tecnologijs de informazion e comunicazion (TIC), ricercje-azion, trasformazions di energie mecaniche, efiet magnetic de corint, trasformadôr eletric, levitazion magnetiche, cubie di Cooper, induzion eletromagnetiche, efiet Meissner.

## 1. I Progjets SUPERCOMET. Il projet al smicje a introdusi intai curricula des nazions europeanis la supercondutivitât cun esperiments, materiâi

\* Grup di Ricercje in Didatiche de Fische de Universitât dal Friûl, Udin, Italie.  
E-mail: cird@amm.uniud.it

<sup>1</sup> La responsabile e referente dal projet e je la prof. Marisa Michelini dal Dipartiment di Fische e dal Grup di Ricercje in Didatiche de Fische de Universitât dal Friûl.

didactics e un aplicatîf su CD une vore interatîf, che al met adun animazions, filmâts cun dimostrazions sperimentâls, e cul jutori dai metodis pedagogjics plui resints, ven a stâi l'aprendiment colaboratîf e il *problem solving*. Intal prin an (a.s. 2004/05) a son stâts produsûts chescj materiâi:

- un CD-Rom cui materiâi didactics;
- une guide pai insegnants cun scleariments su lis carateristichis dai materiâi di supuart e indicazioni par doprâju; tescj, sfueis electronics di lavôr e presentazions dal ordenadôr adun cu la antepime dai cors didactics.

Inte seconde part dal an a son stadis puartadis indenant chestis azions:

- adatement dai materiâi e traduzion intes lenghis dai paîs partecipants al progjet;
- sperimentazion des propuestis didatichis intes Scuelis Superiôrs di plui bandis de Europe;
- verifiche dal model di cors di inviament e de guide cuntun grup di insegnants.

Ae fin dal prin periodi di sperimentazion i materiâi a son stâts revisionâts e preparâts cul propuesit di meti adun la version definitive dal progjet.

A cheste ultime version a son stâts zontâts altris materiâi pal disvilup di percors di ricercje didatiche.

**2. Il contribût italian al progjet.** La Universitât dal Friûl e à providodût a voltâ e a adatâ ducj i materiâi pe sperimentazion e e à colaborât ae definizion des propuestis didatichis inseridis inte guide pai insegnants.

Intal timp di disvilup dal progjet SUPERCOMET 2 e vie pal an scolastico 2006/07 il grup italian al à disvilupât experiments, percors di ricercje, e puartât indenant trê tipologjiis di provis che a àn cjapât dentri cinc regions italianis.

**3. La formazion dai insegnants.** SUPERCOMET 2 in Italie e proviôt a une specifiche formazion dai insegnants cun produzion di materiâi sperimentâi. I seminaris a son stâts fats in cuatri mûts difarents e in cuatri difarentis citâts (Udin, Bolzano, Matera e Catania). Lis scuelis interessadis a son stadis 13 e i insegnants 51. Dôs sessions si son davueltis a Udin e une in chês altris citâts. Catania e à ospitât la adunace finâl. Inte Tabele 1 si

Tabele 1. Lavôrs sul sît cui insegnants.

N.	lûc	scuelis	docents	feminis	oms	incuintris	timp (h.) dai incuintris
1	Udin	5	13 - 15	3 - 5	10 - 10	2	5 - 5
2	Bolzano	2	10	4	6	1	8
3	Matera	3	5 *	3	2	1	5
4	Catania	3	8 **	4	4	1	8

mostrin i particulârs des voris tai sîts. Un dai contribûts des sessions di lavôr al è stât chel di disvilupâ propuestis doprant lis gnovis tecnologjiis de comunicazion e de informazion (TIC) e gnovis metodologjiis.

Lis scuelis a son stadis di difarentis tipologjiis: Liceu Sientific, cors di Ordinament, Tecnologic e PNI, IPSIA (Istitût Professionâl di Stât, Industrie e Artigjanât), ITI (Istitût Tecnic Industriâl), cors Sientific e Tecnologic e ançe ITP e Liceu Classic. Ai seminaris di Matera a àn partecipât 120 students e a chei di Catania 140.

**4. La sperimentazion in classe.** Lis sperimentazions SUPERCOMET in Italie a son partidis intal an scolastic 2005/06. Il numar totâl dai students

Tabele 2. Contignûts des sessions di lavôr cui insegnants

**20 Jujn 2005: 5 oris – 13 insegnants**

Introduzion al Proget SUPERCOMET

Il CD ROM e la guide par l'insegnant

Il TIC e la didatiche de Fisiche

La storie de supercondutivitât

Ce ise la supercondutivitât

Materiâi supercondutôrs

La teorie BCS

Cemût introdusi la supercondutivitât inte pratiche didatiche

Introduzion ai esperiments e proiezion di video

Discussion cui insegnants e assegnazion di compits (produzion di percors didatics).

**02 Fevrâr 2006: 5 oris – 15 insegnants**

Ilustrazion dai esperiments

Esecuzion dai esperiments (in schirie)

Discussion cui insegnants e assegnazion di compits (produzion di esperiments formalizâts)

Dopo di chest incuintri il grup si è cjatât ogni 2 mês (5 oris par volte) par cjapâ in considerazion i metodus di lavôr, i problemis, lis strategjiis di logament, lis propuestis di gnûfs percors indreçâts su lis tipologjiis des scuelis e la etât dai students.

al è di 348: 110 tra i 14 e i 16 agns e 238 tra i 17 e i 18 agns; 22 classis di 12 scuelis di diviersis citâts (Udin, Glemone, Pordenon, Bolzano, Ragusa, Vibo Valentia, Palermo). Il numar totâl des sessions al è di 71 par 138 oris di lezion. I insegnants che a àn partecipât a son stâts 14.

Intal cors dal secont an scolastic (2005/06) cun estension intal perîodi dal an scolastic 2006/07, il grup italian si è metût a cjâf di 3 tipologjîs di sperimentazion (doprant un adatament di SUPERCOMET ai curriculum di scuelis difarentis di chês italianis, cun difarentis propuestis didatichis e ancje guidis pai insegnants).

A) Tipologjie di sperimentazion di ricercje cu la verifiche di argagns didatics inovatîfs, produsûts intal timp di lavôr in classe, e su la eficiencie dal procès di apprendiment, cui argagns di valutazion parziâl o globâl rispîet ai percors di insegnament.

Chest al è stât fat in 2 contescj e cun 2 modalitâts une vore difarentis:

A1) Inte suaze di un garzonât di insegnant in formazion e cu la colaborazion di un insegnant in servizi e de Unitât di Ricercje in Didatiche de Fische de Universitât dal Friûl.

A2) Inte suaze di une sperimentazion didatiche, puartade indenant di un insegnant/ricercjadôr, su lis olmis di un protocol di inovazion didatiche di ricercjis za inviadis. La analisi de sperimentazion di cheste ricercje e je stade monitorade cun 6 difarents argagns.

B) Une ativitât di ricercje-azion gjestide di une rêt di scuelis organizadis in rêt telematiche (Rete DRAGO) di un grup di insegnants che a àn lavorât a distance tra di lôr e cui lôr students di dôs regions italianis (Sicilie e Calabrie) cun fuarte propension ae inovazion. I trê nivêi di lavôr: chel dai students, dai insegnants, che ju indreçavin e i stavin daûr cun modalitâts di messedament, e chel dai ricercjadôrs, che in ambients difarents a disvilupavin une analisi dal lavôr dai fantats e des ativitâts dai insegnants. Il projet al è stât premiât a nivel italian pal jutori aes vocazions sientifichis (PLS – Fische). La cerimonie di premiazion si è davuelte intune cunvigne dulà che si son cjatâts plui di 500 fantats, cun la dimostrazion di cirche 60 experiments SUPERCOMET.

C) Sperimentazion intes classis dai prins doi agns di scuele secondarie (3) e intai ultins agns di scuele secondarie tradizionâl (15) daspò il cors di formazion, proviodût intal projet, cun incuintris di confront e discussion intal cors di sperimentazion jenfri i insegnants che a àn sielt

tra 2 principâi filons: chel des proprietâts eletrichis e chel des proprietâts magnetichis.

Lis strategiis dopradis in massime part te sperimentazion a son chês proponudis inte sperimentazion di ricercje (A1), dulà che lis domandis-stimul a indrecin il student a resonâ su lis situazions dal cicli Prevision-Experiment-Comparazion (PEC). Ancje cuant che la ativitât e ven puartade indenant cence schede-student, la strategie e je la esplorazion concetuâl.

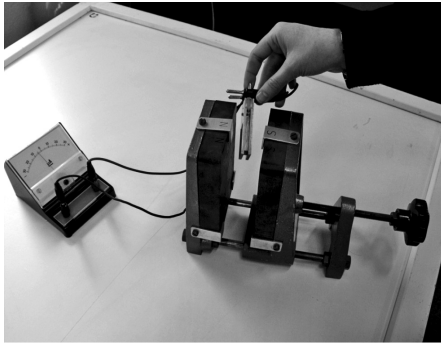
I insegnants des scuelis coinvoltis tal projet a àn seguît difarentis metodologiis: A) un pôcs a àn doprât dome i materiâi multimedîai; B) altris i principâi esperiments adun cui materiâi multimedîai; C) altris ancjemò a àn fondât il lôr cors dome sui esperiments.

Il projet al à sburtât a meiorâ la didattiche no dome dal pont di viste dai contignûts, ma ancje dal metodi. Lis strategiis di logament utilizadis a son stadis 4-5: A1) problematiche-esplorative, A2) multimedîal, A3) applicative, A4) sperimentâl A5) miscliçade.

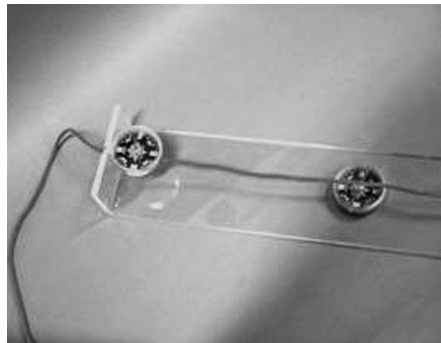
**5. I percors de sperimentazion a Udin.** Pe scuele secondarie, a Udin a son vignudis fûr propuestis originâls su la supercondutivitât. I percors a son stâts diferenziâts jenfri chei des scuelis primariis e chei des scuelis secondariis. Lis propuestis si caraterizin par lis strategiis di logament: il filon che al seguìs lis proprietâts magnetichis, lis proprietâts eletrichis e i aspiets energjetichs. O cjatin ancje elements metodologjics e di inovazion. La Universitât dal Friûl e à curât i percors, i esperiments, i argagns di racuelte dai dâts, i argagns di resonament e i percors di aprendiment che daspò a son stâts sperimentâts di une insegnante in formazion de SISS, tal indreçament dal Liceu Tecnologic dal ITI "A. Malignani" di Udin.

*5.1 La trasformazion de energjie e la supercondutivitât.* Il percors al è stât programât cun cure de insegnante in servizi Vilma Capocchiani che lu à sperimentât insiemit al professôr Riccardo Sangoi in dôs classis dal secont an (etât: 15, 16 agns ) dal Liceu Sientific Marinelli di Udin par un totâl di 32 oris, metât di chestis dedeadis aes ativitâts sperimentâls. Lis strategiis di logament metudis in vore di chescj insegnants rispjet a lis precedentis strategiis a àn sielt lis trasformazions di energjie AC 3 tant

L. Marcolini, M. Michelini, A. Stefanel, R. Viola



E1. Trasformazioni di energie meccaniche in energie elettriche.

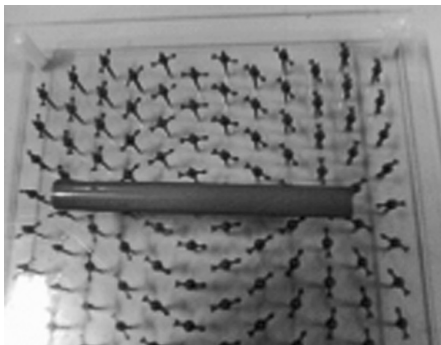


E2. L'esperiment di Oersted.

che base sperimentâl, integrate cun moduli di SC-CD e cun rûi simpri atîfs dai students (SL – 1). Chest si zonte in maniere organiche aes trasformazioni di energie meccaniche tipichementri considerade intal curriculum dal secont an. Chi di seguit si met jù la articolazion dal percors (E1-E5).

E1) Inte suaze des trasformazioni de energie meccaniche in altris forms, si analize chê in energie elettriche. Si ven a considerâ che a son di vîers mûts statics e dinamics di produci energie elettriche. Si van a considerâ cun atenzion sperimentâl e si confrontin i cjamps eletrostatics e magnetostatics.

La esplorazion sperimentâl di circuits in corint continue, cun struments tradizionâi e sensôrs on-line, si integre cu la discussion dal modul 4 di SC-CD. Si met in rilêf la descrizion de fenomenologjie zontraviers la prime e la seconde leç di OHM e si discutin i limits analizant lis carateristichis



E3. Cjamp magnetic di une calamite.

tension-corint par une lampadine di biciclete fin ae incandessence, discutint i procès energjetics (efiet Joule).

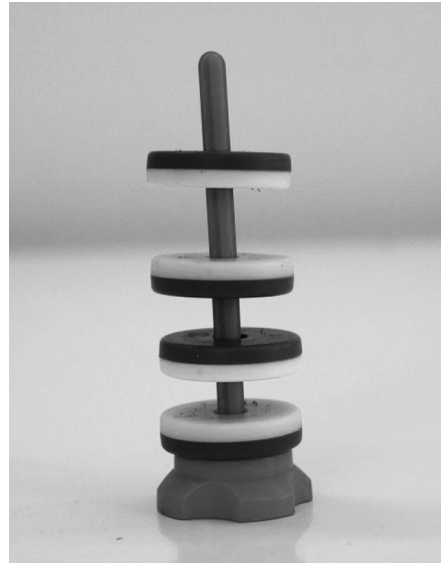
E2) I efets magnetic de corint elettriche a vegnin introdusûts cun esperiments cualitatîfs e il modul 1 di SC-CD, integrât cu la ativitât di formalizazion. I cjamps magnetic gjenerâts des calamitis a vegnin percepîts dal voli fasint su liniis di

cjamp cun limadure di fier e guselis di calamitutis. L'esperiment di Oersted al ven metût adun cu la leç di Biot-Savart par un fîl in linie drete. Si slargjin formalizazion e descrizion dai cjamps magneticis produsûts de corint cu la esplorazion sperimentâl e simulade dai esperiments di Ampère e di Pohl.

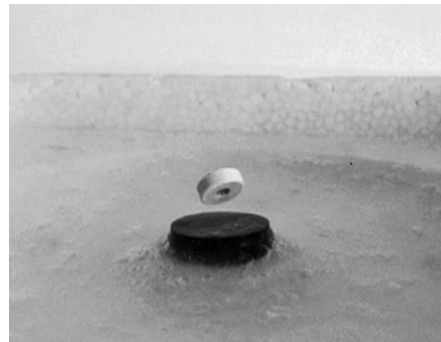
E3) Si ven a completâ la descrizion dai efjets magneticis des corints analizant i cjamps produsûts des bobinis e des calamitis, ancje cun nucleis fiermagneticis, esplorâts prime sperimentalmenri in laboratori, e daspò tornâts a considerâ utilizant lis simulazions dal modul 2 di SC-CD.

E4) I students dividûts a grups a considerin i mûts par produci induzion di tension. Si cjape confidence cul concet di flus. Cul obietîf di rinforçâ i concets di induzion e di corints incjadenadis, si va a analizâ il funzionament dal trasformadôr e il principi di funzionament dai alternadôrs e de dinamo. Si analizin i procès energjetichis che si vegnin a produci intai trasformadôrs.

E5) I students a grups a considerin i mûts di interazion tra calamitis impiladis e diversis situazions di levitazion di une calamite suntun supercondutôr. Cu la stesse strategjie che e je stade doprade inte tratazion dai ponts precedents, ancje in chest modul si met adun la esplorazion sperimentâl cu la interpretazion de supercondutivitât, in particolâr discutint la formazion des cubiis di Cooper. Il cors al ven completât cuntune curte discussion su lis aplicazions de superconduzion.



E5-1. Sospensions magnetichis di pilutis impiladis.



E5-2. Levitazion di un supecondutôr.

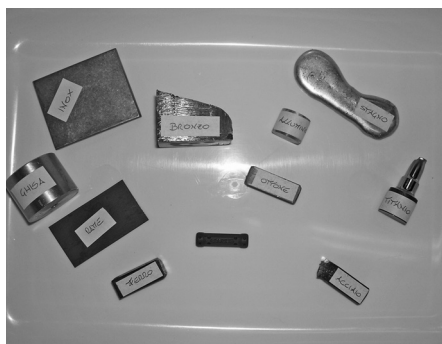
L. Marcolini, M. Michelini, A. Stefanel, R. Viola

5.2 “*Introduzion ae supercondutivitât*” – *strategjie di logament zontraviers lis proprietâts magneticis*. La sperimentazion di ricercje didatiche e je stade produsude in ativitât di garzonât di une insegnante (M. Braida) in formazion intal an scolastic 2005/06 intune classe cuinte dal Liceu Tecnologic dal ITI “A. Malignani” di Udin, inte suaze di une colaborazion bielzà inmaneade fra la Universitât dal Friûl e cheste scuele superiôr, cu la supervision di insegnants Sissa e dal GNDF de Universitât dal Friûl (MM): la colaborazion e je durade in dut 10 oris e, di chestis, 2 a son stadis dopradis pes valutazions dissiplinârs cun verificchis in jentrade e in jessude e 8 in ativitâts sperimentâls e di simulazion.

- 8 schedis di lavôr par ogni sezion dal percors, progjetadis par stiçâ un ategjament problematic e cjapâ sù elements sui procès di apreniment.
- 1 cuestionari sui principâi grups dal percors, doprât come verifiche in jentrade e in jessude
- 1 document in struc su la supercondutivitât a jutori dal studi individuâl dai students.

Il fîl dai contignûts al ven presentât intai 2 segments (M1-M8), dentri lis parentesi al ven mostrât il numar progressîf dai esperiments preparâts e davuelts adun cui students.

M1 – Si va a esplorâ la interazion di une calamite cun diviers ogjets. Si considerin lis classis di compartament pai materiâi: 1) fier, o açâr o nichel (materiâl fiermagnetic), 2) non metâi e tancj ogjets metalics (chei di ram, bronç, alumini). Si ven a cognossi che no ducj i metâi a àn proprietâts fiermagnetics. La esplora-



M1. Interazion di une calamite di diviers ogjets fats cun difarents materiâi.

zion de interazion si complete cu la cognossince de nature invertibil des interazions e de dipendence de distance. La capacitât de calamite di cambiâ lis proprietâts dal spazi e ven cjapade tant che un pont di prese par introdusi il cjamp magnetic, che al ven presentât zontraviers lis liniis di cjamp che si metin in evidence e che a vegnin costruidis doprant calamitutis a gusele, lima-



dure di fier, bussulis dopradis une a une. Inte raprezentazion al ven fûr significât formâl cuant che si conven che la diverse densitât superficial di liniis e pues sei leade ae intensitât di cjamp.

M2 – Si va a esplorâ la interazion tra dôs calamitis: lis calamitis a forme di anel a son impiladis, par mieç di une aste di len e une calamite a forme di aste e ven metude denant cun libertât di movisi in dutis li bandis. Pas dopo pas inte esplorazion, si passe al ricognossiment de nature polâr de sorzint dal cjamp magnetic, ae costruzion de relazion fuarce – distance tra lis etremîtâts nord e sud des baretis magnetichis vincoladis a une direzion e al rûl des cubiis di fuarcis inte interazion.

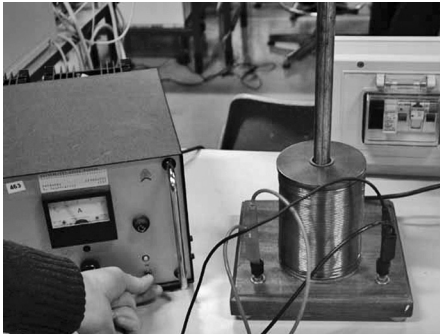
M3 – In chest modul si considere che, mentri lis calamitis a forme cilindriche (o a discut) intun tubo (o suntune guide) di plastiche verticâl (o in pendance) a colin accelerant, cuant che si movin dentri un tubo (o intune guide) di ram si movin plui lentementri. Il ricognossiment dal rûl de tension indusude e duncje de corint indusude intal tubo-guide di ram al sburte a interpretâ il fenomen. Il cjamp produsût des corints indusudis, intal câs specific, al à viers contrari al cjamp indusint e duncje al è responsabil dal evident ralentament de calamite che e cole. L'esperiment, fat prime cuntun tubo intîr e duncje cuntun tubo che al presente tais in lungjece, al è qualitativementri evident e si preste une vore ben par une analisi cuantitative cuntun aparât tradizionâl.



M2. Interazion tra dôs calamitis.



M3. Calamite in colade libare intun tubo di ram.



M4. Esperiment dal anel saltuçant.

M4 – I fenomenis di induzion eletromagnetiche e di suspension magnetiche a vegnin considerâts lânt a studiâ l'esperiment dal anel di Thompson, che al ven proponût par fâ cognossi la influence de temperadure  $T$  su la resistivitât  $r$ . L'esperiment fat plui voltis cun anei di materiâi diviers al permet di cognossi che un comportament simil al è chel causât di un fuart cjamp

produsût di corints indusudis, che a van a inressi di intensitât tant plui che e va a calâ la temperadure dal anel. Si lee la evidente diminuzion de resistivitât cu la diminuzion de temperadure dal materiâl dal anel.

M5 – Par analogjie cul anel di Thomson si va a esplorâ il comportament di une calamite metude parsore di un supercondutôr disfredât. La levitazion de calamite e ven confrontade cun situazions similis, bielzà consideradis prime: l'esperiment des calamitis che a vongolin al fâs cognossi che la calamite e à di sei sogjete a un cjamp di viers contrari; l'esperiment de colade de calamite dentri il tubo di ram, metût dongje ae stabilitât de situazion in osservazion, al mostre che l'efiet si regole in maniere automatiche, ven a stâi che al è produsût di un cjamp indusût; il fat che la calamite e vongoli cence colâ, come intal câs de calamite dentri il tubo di ram, al permet di rindisi cont che il cjamp indusût al à di sei avuâl al cjamp indusint, ven a stâi che il cuarp supercondutôr si comporte come diamagnetic perfet (efiet Meissner). L'efiet di induzion produsût de presince de calamite no si ferme (come che al capitarès cuntun condutôr ordenari) e duncje o rivìn ae conclusion che dentri il supercondutôr no si verificchin fenomenis dissipatîfs, ven a stâi che il valôr di resistivitât al è dal dut invalid:  $r \sim 0$ .

M6 – La esplorazion sperimentâl dal efiet Meissner e furnìs il sburt par une panoramiche dai principâi events che a àn puartât ae discuvierete de supercondutivitât, caraterizant la fenomenologjie dai supercondutôrs di I e II tip, descrivìn il comportament straordenari des trê grandecis che a presentin valôrs critics intai supercondutôrs: cjamp magnetic, corint elettriche e temperadure.

M7 – Une lampade panoramiche aes aplicazions tecnologjichis dai supercondutôrs nus da la ocasion di rimpinâ altris cjamps dissiplinârs, dant relevance al ûs dai supercondutôrs intal cjamp de eletroniche e sensoristiche (crioeletroniche e sensôrs a supercondutôrs), diagnostiche mediche (MNR), inte ricercje Fische di ponte (calamite a supercodutôrs).

M8 – La esplorazion fate intai segments 6 e 7 e motive a discuti i elements di fonde de teorie di Bardeen-Cooper-Scrieffer (teorie BCS), la uniche buine di rindi cont dai supercondutôrs dal I tip. Di cheste teorie si discutin il rûl dal reticul bon di produci efietis nets di atrazion tra cubiis di eletrons, ven a stâi di formâ cubiis di Cooper e l'efiet di condensazion di chestis cubiis di eletrons che no sotstan al principi di indeterminazion come che invezit a son sogjets i eletrons considerâts di bessôi.

**6. Conclusions.** Il valôr dal Proget SUPERCOMET al è chel di tignî adun aspiets teorics cun aspiets epistemologjics, cun aspiets sperimentâi (lis esperiencis proponudis intal CD-Rom no son artificiâls e nancje artificiosis), cun aspiets tecnologjics e ancje tecnicos.

Lis sperimentazions fatis intai doi agns di proget a son stadis significativis par tancj aspiets: percors disvilupâts in acuardi cul nivel scolastic, sorte di scuele, condizions sociâls e teritoriâls, metodologjiis, strategjiis, argagns doprâts e disvilupâts.

I percors si disferenzin par cjantons di atac, contignûts, atenzion ai diviers aspiets dissiplinârs di fonde e aplicazions tecnologjichis.

La strategjie e la metodologjie dopradis a son stadis caraterizadis no dome a nivel scolastic ma ancje pal mût di meti adun experiments e argagns multimediâi.

Lis trê difarentis modalitâts di sperimentazion di ricercje a àn permetût une analisi dai dâts che a son une risorse pal studi dai procès di aprendiment.