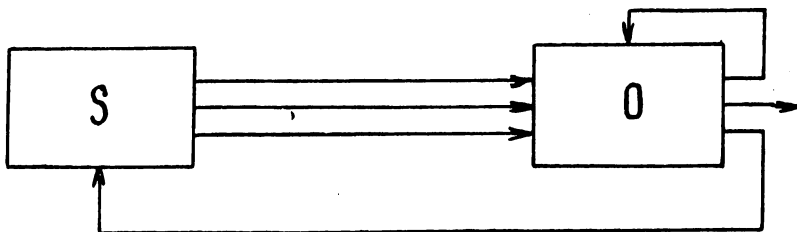


ŽÁK JAKO SLOŽITÝ DYNAMICKÝ SYSTÉM

JAROSLAV HAUPT

Výzkumný ústav odborného školství, Praha

Výchovu lze chápat jako proces řízení (L. N. Landa, 4), jehož nositeli jsou subjekt a objekt výchovy. Řídící složka vysílá podle určitého programu informace, které přijímá řízená složka. Informace způsobují změny stavu řízené složky. Dráha, kterou změny procházejí, je zaměřena ke stanovenému výchovnému cíli, jemuž se má konečný stav složky co nejvíce přiblížit. Subjekt (operátor) a objekt řízení (operand) jsou lidé, tj. velmi složité dynamické (v čase se měnící) systémy, jejichž vnitřní struktura, vztahy mezi činnými složkami, jsou našemu přímému pozorování celkem nepřístupné („temná“ nebo „černá schránka“). Na změny (transformace) jejich stavů můžeme usuzovat z jejich reakcí (výstupů) na podněty (vstupy). Sledováním informačních výstupů řízené složky získává operátor zpětnou informaci o změnách stavů způsobených jeho činnostmi. Neshodují-li se s jeho záměry, dojde z jeho strany k určité regulaci. V ní mu může být i operand nápomocný vlastní regulací.



1

S — subjekt řízení (výchovy), operátor; O — objekt řízení, operand; šipky vycházející z výstupů S označují akty řízení, které přijímá O na svých vstupech. Řízením způsobované změny stavů O jsou zčásti pozorovatelné na výstupech O jako jeho chování. Část výstupů O kontroluje S (zpětná informace, zpětná vazba) a podle toho reguluje svou činnost. Část kontroluje také sám O a tak u něho dochází k autoregulaci.

Stěží můžeme přesně vymezit pojem systém. Pro naše účely stačí, budeme-li jím rozumět takové seskupení elementů, mezi nimiž jsou určité vztahy (G. Klaus, 61), nebo též soubor proměnných (W. R. Ashby, 63). Funkční vztahy mezi elementy (složkami) tvoří strukturu systému; je to určitý způsob jeho organizace. Jestliže se struktura systému působením nějakých příčin mění v čase, mluvíme o dynamickém systému. Ten může být vůči jiným systémům uzavřený, jestliže změny v něm probíhající nejsou v příčinném vztahu k činnosti těchto systémů, není-li tedy otevřen žádný vstup dle systému výstupům oněch systémů. V opačném případě je systém otevřený. Složitý systém je takový, který je pro pozorovatele, byť vybaveného prostředky znásobujícími jeho poznávací možnosti, příliš rozsáhlý, takže jej nemůže úplně pozorovat nebo zcela řídit nebo nemůže provádět všechny výpočty, které jsou nezbytné pro predikci jeho chování (W. R. Ashby, 88). Takovým složitým systémem je např. lidský mozek,

v němž i „nejjednodušší prvek chování vyžaduje integrovanou činnost miliónů neuronů“ (K. S. Lashley; citováno podle W. R. Ashbyho, 89). Každý systém je v každou dobu v určitém stavu. Stavem rozumí Ashby (c. d., 46) přesně definovanou podmínku nebo vlastnost, kterou lze rozpoznat, jakmile se znovu objeví. Zhruba můžeme stav chápat jako určitou strukturu v určitém čase. Stav může být z nějakého hlediska pokládán za neměnicí se nebo měnící se. Stav po změně systému nebo jeho složek je obraz, který se stává operandem, jakmile na něj začne působit operátor. Množina přechodů z jednoho stavu systému (množiny elementů systému) do jiného je transformace, posloupnost stavů v určitém čase je trajektorie. Tu můžeme popsat např.:

$$S_1(a_1, b_1, c_1, \dots k_1) \quad \text{v čase } t_1$$

$$S_2(a_2, b_2, c_2, \dots k_2) \quad \text{v čase } t_2$$

.

.

$$S_n(a_n, b_n, c_n, \dots k_n) \quad \text{v čase } t_n$$

Žádný složitý reálný systém se nedá zcela a úplně popsat těmito transformacemi, které můžeme zjišťovat pouze stochasticky, což je popis značně přesný a ve výchově jedině možný. Pedagog musí podle údajů na výstupu z dynamického systému žák, tedy podle jeho chování, sestavovat pravděpodobnostní obrazy stavů jednotlivých jeho komponent a jejich transformace, přičemž zkoumá jen ty soubory proměnných, které potřebuje znát. „Každý skutečný materiální systém má nekonečně mnoho vztahů, stránek a rysů, a může proto, zobrazen z vědeckých aspektů, vystupovat jako systém v mnoha směrech“ (G. Klaus, 62); z nich si pedagog zvolí jen ten, na který se vztahuje jeho výchovné působení. Ten však musí zkoumat v jeho úplnosti, to je nejen ve vzájemných vztazích a souvislostech mezi jeho elementy, nýbrž i ve vztazích k jiným systémům. Přitom se pochopitelně opírá o výsledky jiných vědních oborů, na předním místě psychologie, sociologie, fyziologie aj.

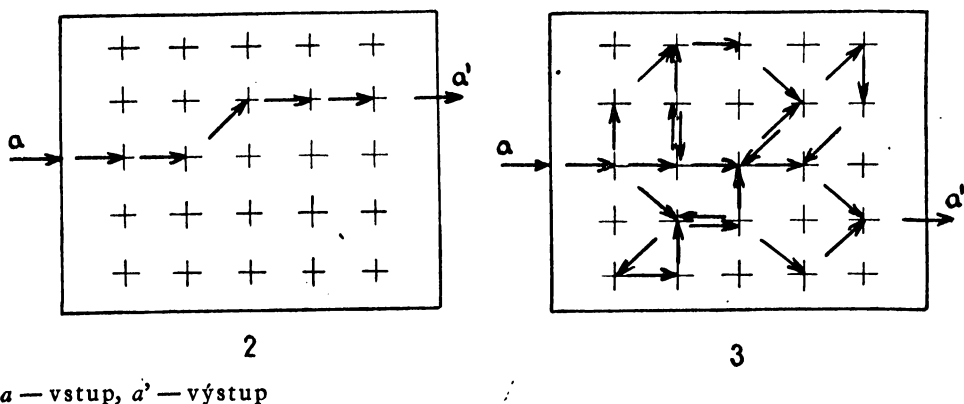
Změny, jimiž procházejí složky systému žák, jsou spojitě, kontinuální. Vymezuje je však jako změny přetržité, diskrétní a také tak je v pedagogické teorii i praxi popisujeme. Tyto změny probíhají v nevratném čase.

*

„Kybernetický přístup“ k některým otázkám výchovy nám ukáže některé možnosti nových pohledů na problematiku. Objekt výchovy se nám jeví jako „stále se měnící struktura vtažená do nepřetržitých procesů probíhajících v čase“ (G. Klaus, 36). Avšak nikoli struktura, nýbrž její projevy, její chování, pokud jsou „formy chování pravidelné, určité a reprodukovatelné“ (W. R. Ashby, 19), jsou předmětem zkoumání kybernetiky; struktura ji zajímá jen potud pokud je ve vztazích k chování, pokud je mění. Chování systému je vnějším, pozorovatelným projevem probíhající nebo proběhnuvší změny stavu proměnných uvnitř systému. Chování člověka je jeho interakce se světem a cílem výchovy je vypěstovat a upevnit v něm takové formy interakce s přírodním a společenským prostředím, které mu zajišťují jeho stále náročnější existenci ve stále příznivějších podmínkách. Výchova ho vede k tomu, aby některé formy jeho cho-

vání měly ráz stability, to je, aby na stejné, přesněji řečeno: přibližně stejné podněty byly stejné (přibližně stejné) reakce, a tedy určité, reprodukovatelné a tudíž předpověditelné. To ovšem vedle kybernetika zajímá i psychologa. Avšak jestliže se psycholog ptá, „proč se to děje“ (M. Michalička, 74), klade si pedagog otázku, „co se má stát, aby se dělo to nebo ono“. Oba se ptají po příčinách, avšak každý jiným způsobem. Pedagog hledá k požadovaným projevům chování (k výstupům) takové podněty (vstupy), které spolehlivě vyvolávají změny těch činných složek systému, které žádané chování podmiňují. Proto musí mít „pevně v rukou“ řetěz těch změn, jimiž vychovávaný prochází, musí mít program posloupnosti transformací a prostředky, jimiž řídí celou trajektorii k vytčenému cíli. To znamená, že dovede vymezit ve formě programu dráhu změn struktury systému žák od určitého počátku k určitému závěru a že má k dispozici takové prostředky, které požadované stavy jako pokud možno jednoznačné transformace vyvolávají a takto dosažené finální stavy fixují do relativní stálosti. Jeho počínání by bylo takřka marné, kdyby v určité míře přesnosti neznal jak strukturu (vnitřní podmínky) systému žák, tak i jiné systémy — nebo aspoň jejich vlivy —, s nimiž je žák v interakci.

Jednoduchá a jednoznačná dráha změn by byla možná jen u systému s jedno-
směrnými a přímými vazbami mezi elementy (obr. 2).



Uvnitř tak složitého systému, jakým je člověk, se jedním vstupem aktivizuje veliké množství vazeb mezi elementy. Přitom způsobené změny mohou vést k jednoznačným, ale i k víceznačným transformacím a vazby mezi dvěma elementy mohou probíhat i v protichůdném směru, jde-li o zpětnou reakci (obr. 3). (Elementy zde nejsou míněny jednotlivé nervové buňky, nýbrž stavy.) Každý systém má množinu vstupů a výstupů. Tato „místa“ se aktivizují podle toho, do jakých styků s okolním světem systém vstupuje. V pedagogickém procesu je vstupem moment, v němž dojde k přijetí výchovně vzdělávacího aktu, a výstupem je odpovídající reakce, projev žáka. Je obecně známo, že k pozorovatelné reakci nedochází ve školní situaci po každém vstupu automaticky. Podává-li učitel výklad sám, vypravuje-li nebo přednáší, čtou-li žáci potichu nebo jen jeden nahlas, je na výstupu pozorovatelná nanejvýš změna v obličejí nebo v držení těla. Teprve je-li žák podnícen, vyzván k nějakému projevu nebo sám se k němu hlásí, objeví se na výstupu informace, podle níž se dá usuzovat na proběhnuvší transformace.

Ve výchově mají významnou, i když ne vždy rozhodující úlohu vlivy jiných systémů, které se na vstupech do systému žák mohou jevit jednak jako podporující, jednak jako rušící, deformující, popř. anihilující výchovné akty (ovšem i vedle pedagogicky „neutrálních“ vstupů). Proto musí každý výchovný systém s těmito vlivy počítat, znát jejich zdroje, směr a sílu jejich působení a prostředky k jejich posílení, respektive odstranění nebo aspoň oslabení.

Každý živý organismus vznikl, vyvinul se a existuje i jako složka systémů vyššího řádu, i jako relativně samostatná soustava. Systémy jej obklopující tvoří jeho prostředí. V jeho vztahu k prostředí jsou určité pravidelnosti, jimiž se vyznačuje jeho interakce s nimi. Našemu pozorování se jeví jako zákonitosti, které umožňují predikci chování soustavy v homomorfních podmínkách. Přitom zjišťujeme, že se nechová stejně, je-li relativně uzavřenou soustavou nebo složkou jiného systému vyššího řádu. Při predikci musíme z těchto skutečností vycházet.

Vztah člověka k jiným systémům se vyznačuje proti jiným živým organismům dvěma zvláštnostmi: je to schopnost přetvářet svoje přírodní prostředí a schopnost vytvářet a měnit společenské prostředí. To znamená, že člověk mění systémy, s nimiž je ve styku nebo jejichž je složkou, a tím i jejich chování, pokud na to svými prostředky stačí. Člověkem změněné přírodní a společenské prostředí však působí zpětně na původce svých změn a mění i jeho chování. Složitá interakce člověka s prostředím se tedy dá vyjádřit takto: prostředí → změny v člověku, člověk → změny v prostředí, změněné prostředí → změny v člověku, změněný člověk → změny v prostředí atd. Zdá se, že v ontogenezi člověka způsobují v něm nejvýraznější změny právě ty systémy, které sám vytvořil, ať už jsou to ekonomické, etické, právní, politické, pedagogické, umělecké a jiné systémy nebo způsob bydlení, výživy, technika a komunikace apod. Lze říci, že interakce člověka s jeho vlastními výtvoři má cyklickou povahu se zpětnou vazbou (obojího směru) vysoké účinnosti. A to má základní význam i pro výchovu.

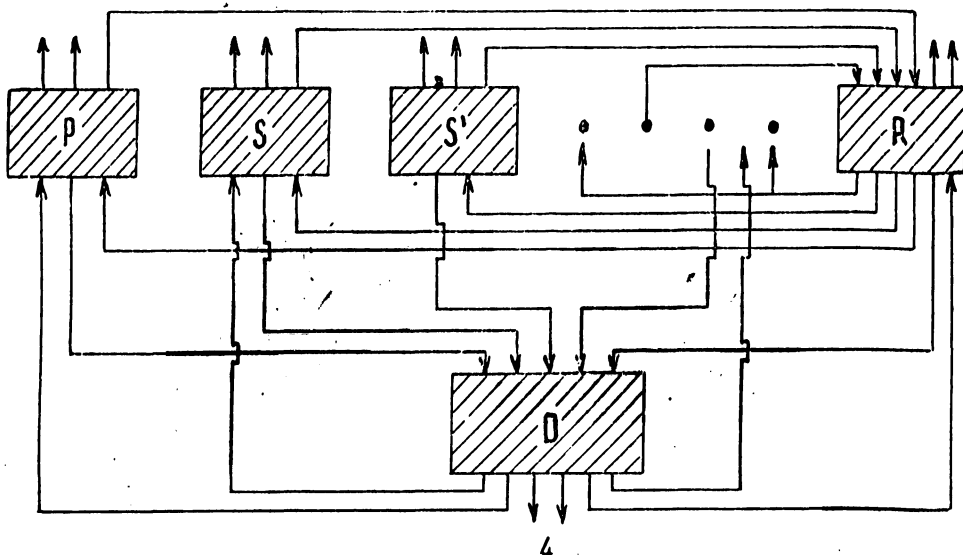
*

Člověk je složkou velmi rozsáhlého složitého systému, jemuž říkáme příroda; jeho chování je tedy především determinováno zákonitostmi platnými pro tuto soustavu. V procesu svého historického vývoje se však stále více stává složkou soustav, které v ní neexistují a které si vytváří sám. Jako složka těchto soustav je zase determinován zákonitostmi platnými v nich. Vedle toho se ovšem chová ještě jako relativně samostatná soustava a může v mezích této své volnosti („svobody“) určitou mírou a určitými způsoby ovlivňovat soustavy vyšších řádů, jejichž složkou je. (Je nesporné, že jeho vliv např. na sluneční soustavu je prakticky roven nule, kdežto vliv na jím vytvořený právní systém je takřka neomezený, pokud se pohybuje v mezích daných zákonitostí.)

První společenský systém, do něhož člověk vstupuje, je rodina jako jedna z forem zajištění existence lidstva, vytvořená v jeho historickém vývoji. Svým zrozením se stal relativně uzavřeným, od matčina těla, jehož prostřednictvím byl dotud ve funkčních vztazích s přírodním a společenským prostředím, odděleným systémem. Tím okamžikem vstupuje do přímých funkčních vztahů se soustavami jej obklopujícími, stává se jejich činnou složkou, jako je tomu např. i u rodiny (funkční vztahy v ní, které zde byly již před narozením, se od základu změnily). Velká množina podnětů, které na něj působí, z velké části nenachází vstupy do „temné schránky“, nejsou do ní propouštěny. Postupně se počet

aktivizovaných informačních vstupů zvětšuje, struktura jeho bytosti, funkční vztahy mezi jejími složkami se stávají složitějšími, změny jejich stavů jsou početnější a výraznější a zvětšuje se také množina informačních výstupů. Výchovné akty úspěšněji fixují mechanismy podmiňující žádané chování. Zaznamenávají se první výsledky výchovy.

Vztahy dítěte k jiným dynamickým systémům lze velmi zjednodušeně znázornit takto:



P — přírodní systémy
S — společenské systémy
R — rodina
D — dítě

Šipky označují působení jednotlivých systémů na D a reakce D (zpětnou vazbu nebo prostě výstupy navenek bez označení příjemce informace). Rovněž možné vztahy mezi systémy jsou naznačeny šipkami. D je znázorněno jako relativně samostatný systém; jeho zobrazení jako složky jiných systémů vyššího řádu by musilo vyjádřit jejich hierarchické uspořádání a místo činné složky D ve funkčních vztazích uvnitř systémů a jejich prostřednictvím navenek.

Narozením dítěte se mění také struktura rodiny, počet jejích činných složek, jejich vzájemné funkční vztahy a vztah rodiny k jiným systémům. Rodina sleduje zvláště ty soustavy, které mají bezprostřední vztah k dítěti, jako je strava, podmínky bydlení, hospodářská situace rodiny, odborná péče, literatura apod. Rodina sleduje chování dítěte jako projevy změn jeho stavů, sestavuje svými prostředky trajektorii některých jeho proměnných a z toho vyvozuje závěry pro sebe jako operátora a regulátora činnosti řízené složky. Na vědecké bázi se trajektorie sestavuje v zařízeních s odbornou lékařskou, popř. pedagogickou a psychologickou péčí, do nichž dítě vstupuje jako složka soustavy. Tak se stávají systémy, jejichž činnou složkou je dítě, a jejich vazby stále početnějšími a složitějšími. Jejich souhrnný a úplný popis je možný jen v jisté aproximaci. Základním předpokladem každého takového popisu je, že se veškeré transformace dějí

v čase a že působení vnějších systémů, s nimiž je dítě v interakci, se lomí přes vnitřní podmínky dítěte (S. L. Rubinštejn, 267).*)

*

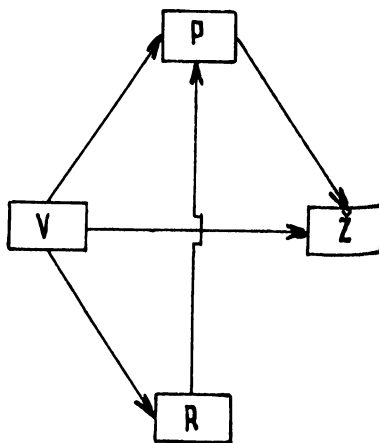
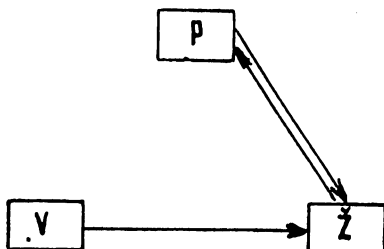
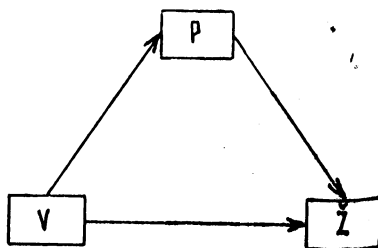
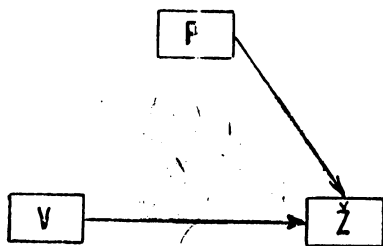
Po vstupu dítěte do školy dochází k pronikavým změnám v jeho vztazích k různým systémům. Žák se stává činnou složkou složitého řízeného a samočinně se regulujícího dynamického systému, kterým je konkrétní škola, již navštěvuje. Ta však je podsystémem, složkou útvarů vyššího řádu (školství určitého stupně, organizace školství, výchovně vzdělávacího systému apod.) a má svoje podsystémy (třídy, skupiny a kroužky žáků, řád školy aj.). Zařazení dítěte do těchto systémů nezávisí na jeho vůli, vyplývá z celé organizace společnosti, které je členem. Proto se jako složka vyvíjí (nebo má vyvíjet) ve shodě s programy, kterými je celý tento komplex řízen. Vedle toho navazuje funkční vztahy s novými osobami, které jej obklopují, se spolužáky. Na základě výběru, zpravidla emocionálně zabarveného, se mezi ním a jednotlivci nebo jejich skupinami vyvíjejí těsnější nebo volnější vazby, které se rozvíjejí i mimo rámec školy; ty začasné mění i funkční vztahy dítěte v sociálních skupinách, v nichž bylo dítě dotud členem (např. i v rodině). V nově vytvořených sociálních skupinách se postupně vyhraňuje úloha, kterou v nich má, funkce, kterou jako činná složka systému přejímá a vykonává. Kromě toho se postupem doby stále výrazněji do něho promítá a aktivizuje jej i příslušnost k velkým společenským skupinám rozličně strukturovaným, jako jsou společenské vrstvy, třídy, ekonomické celky, politické a kulturní organizace aj. Další skupinou systémů, které vtahují postupně žáka do svých funkcí (zpravidla nejprve jako pasivní, později i aktivní složku), je umění, věda, technika aj. Tak se z žáka postupně vyvíjí stále složitější otevřený dynamický systém ve stále složitějších funkčních vztazích ke stále četnějším a složitějším dynamickým soustavám. Nejsme a nikdy nebudeme s to veškerou tuto složitost, všechny tyto systémy, jejich komponenty, vztahy a chování zcela a přesně popsat, neboť nemáme prostředky poznat je, tj. získat o nich vyčerpávající informace. Jakýkoli náš popis bude jen aproximativní a zjednodušený. Přitom bude náš postup spočívat podle von Neumanna (srv. M. Michalička, 76) a) ve vymezení jednotlivých činných složek soustavy, b) ve vymezení způsobů jejich chování (reakcí na p dněty) a c) ve vymezení logické sítě jejich vzájemných funkčních vztahů. Činnost soustav a jejich složek bude v našem popisu určena pravděpodobnostně. Pro pedagogiku má eminentní význam co nejspolehlivější znalost funkčních vztahů a chování těchto soustav jako celku i jednotlivých jejich aktivních složek jako činitelů určujících a podmiňujících výsledky výchovy.

Je empiricky prokázáno, že se žák chová v různých společenských skupinách různě. Jinak se chová ve třídě, dokonce i v jednotlivých učebních předmětech nebo ve vztahu k jednotlivým učitelům, jinak v zájmovém kroužku, v dílně, na hřišti, mimo školu ve skupině kamarádů atd. To jsou vesměs relativně uzavřené soustavy vyššího řádu, než je sám. O chování takových soustav a činných složek, které do nich vstupují, lze vyslovit některá pravidla (srv. M. Michalička, 80). Pedagogiku ovšem nezajímá jen to, jak se chová soustava vyššího řádu, jakmile

*) Pokud jde o popis a matematické či jiné zobrazení funkčních vztahů a transformací v dynamických systémech, odkazujeme na citovanou studii M. Michaličky (str. 74—83); lze jich bez velkých adaptací použít i pro naše účely.

do ní žák vstoupil, nýbrž především to, jak se mění jeho chování vstupem do ní, které jsou příčiny tohoto změněného chování, jaké zákonitosti lze v nich odhalit a jaká výchovná opatření učinit.

Chování soustav, s nimiž je žák v interakci, nepůsobí vždy souběžně s výchovným působením školy. Může mít divergentní i protichůdnou tendenci. Proto s nimi každá výchovná instituce musí být ve stálem spojení (nebo aspoň znát transformace v systému žák, aniž zná operátora), aby jejich působení využívala pro své záměry nebo je korigovala, popř. zcela paralyzovala. Negativně působící systémy jsou zdrojem poruch a jejich vztahy k systému učitel-žák lze znázornit takto:



5

V — vychovatel (učitel)

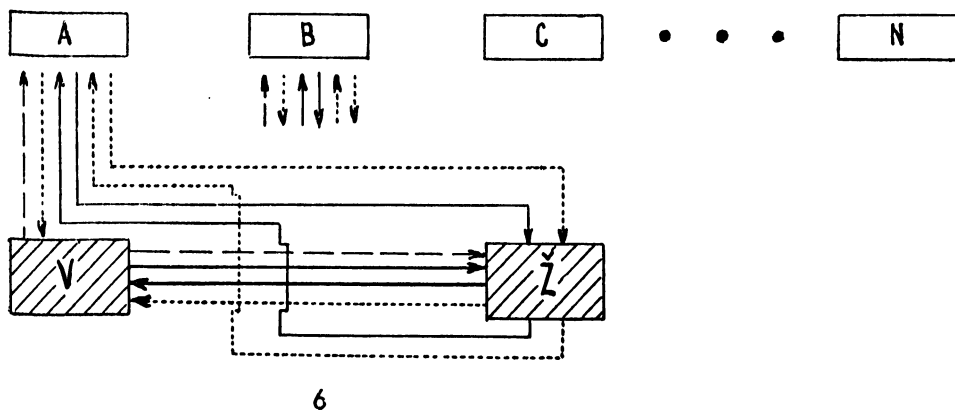
Z — žák

P — systém rušící výchovné působení (zdroj poruch)

R — vřazený systém omezující vlivy poruch (regulátor)

V případě a) není vychovateli znám zdroj poruch nebo k němu nemá přístup; v případě b) působí sám přímo na zdroj poruch; v případě c) se chová žák sám jako autoreglativní systém vůči poruchám (ovšem pod vlivem výchovy); v případě d) vřazuje vychovatel vedle sebe ještě další systém jako regulátor poruch (např. rodinu, rozhlas apod.). Situace jsou ovšem složitější, neboť všechny systémy, vůči nimž má žák otevřené vstupy, mohou být v určitých vzájemných vztazích, ať už jako systémy stejného řádu či v hierarchickém řazení.

Model na obr. 4 můžeme tedy doplnit o další systémy a vztahy (rušivé vlivy působí ovšem na novorozence také a jsou odstraňovány jednak dítětem samým, jednak rodinou a přiřazenými systémy, jako jsou lékař, péče v jeslích atd.). Vyznačíme-li zjednodušeně vztahy jen jednoho systému (z celé množiny) k soustavě vychovatel-žák, budou se nám jevit takto:



A, B, C ... N-systémy s funkčními vztahy k žákovi (kromě výchovné instituce, V — výchovná instituce (škola)

Ž — žák

———— výchovné působení systému V

———— výchovně pozitivní působení jiných systémů

..... výchovně negativní působení jiných systémů

- - - - působení systému V jako regulátora poruch

Všechny druhy působení mají zpětné vazby.

Ze stručného rozboru, podaného jen v hlavních rysech, jasně vysvítá nejen to, že školní výchova — jako vůbec jakýkoli výchovný systém — nemůže plnit své úkoly a dosáhnout svých výchovných cílů, nezná-li působení všech systémů, které jsou ve funkčních vztazích k žákovi, a nemá-li prostředky k usměrnění jejich působení, ale i to, že se studiu chování těchto systémů musí také věnovat pedagogická teorie. I když je mnohé z toho známo, jsou dosud někde ve veřejnosti rozšířeny domněnky o všemohoucnosti školy, a tedy o její bezvýhradné odpovědnosti ve výchově.

Není ovšem úkolem pedagogiky studovat strukturu a chování takových soustav v jejich úplnosti. To patří do jiných vědních oborů, k nimž v poslední době přistupuje také kybernetika, která „je teorií souvislostí možných dynamických samočinně se regulujících systémů s jejich dílčími systémy“ (G. Klaus, 41). Proto výsledky jejího zkoumání — stejně jako výsledky studia malých společenských skupin z hlediska psychologie a sociologie — mohou přinést pedagogice mnoho užitečného.

*

Přibližnou představu, kterou má ve více méně povšechných rysech každý výchovný pracovník o složitosti řízení dynamického systému žák, do jisté míry zpřesníme, jestliže jej pro tento účel izolujeme od ostatních systémů kromě učitele, rozložíme na zjednodušené funkční složky a pokusíme se pozorovat a popsat jejich transformace. Ty můžeme, jak již bylo řečeno, pozorovat na výstupech jako chování soustavy a popisovat v čase. Vstupy do „temné schránky“ jsou podněty ze strany výchovného systému (učitele); výstupy nás s větší či menší aproximací informují o tom, co se v temné schránce děje, k jakým změnám stavů v ní dochází, který operand se dále rozvíjí a který se narušuje nebo potlačuje. Jako vektor zvolíme takovou složku, která se dá bez velkých obtíží sledovat. Je to např. tzv. kulturní chování. Jeho dílčí složky jsou hygienické návyky, chování při jídle, ve veřejných místnostech, v dopravních prostředcích atd. Ty ovšem můžeme ještě dále dělit na elementy nižšího řádu (např. dovednost používat přístroje). Sestavíme program postupných změn v čase, tj. stanovíme obsahovou náplň stanovených časových úseků od prosté informace k nácviku dovedností, automatizování úkonů až po návyky. Zjistíme dosažený stav složky u každého žáka při jeho vstupu do školy (nebo v jiném výchozím momentě). Dosažené výsledky zjišťujeme v pravidelných časových intervalech, měříme je stanovenou mírou, tj. odhadujeme přibližně přesně jejich kvanta, a zapisujeme je jako jednoznačné transformace.

Tak jsme zjistili např. toto: V proměnné složce a byly v žáku již před vstupem do školy vypěstovány dovednosti v míře předepsané jako obraz 3. etapy, to j. na jejím konci. Protože nemáme v programu dále rozvíjet tuto složku před uplynutím stanovené doby, bude zjednodušený zápis stavů během prvních tří intervalů $a_{t_1}^3 \rightarrow a_{t_2}^3 \rightarrow a_{t_3}^3$; pak teprve může dojít k dalším změnám: $a_{t_4}^4 \rightarrow a_{t_5}^4 \rightarrow \dots$ (stav složky se v 5. intervalu z nějakých příčin nezměnil). Ve složce b je zjištěný počáteční stav zhruba totožný s předpokládaným (vědomosti a dovednosti se rovnají nule): $b_{t_0}^0 \rightarrow b_{t_1}^1 \rightarrow b_{t_2}^2 \rightarrow b_{t_3}^3 \rightarrow b_{t_4}^4 \rightarrow b_{t_5}^5 \rightarrow \dots$ (zde došlo v 2. etapě k prudkému vzestupu, v dalších dvou ke stagnaci, pak opět ke skoku). Ve složce c byly zjištěny negativní návyky, které se jen obtížně překonávaly, a složka po 5. časovém intervalu dospěla jen do obrazu 2. etapy, kde zůstala na stejné úrovni po několik dalších časových intervalů: $c_{t_1}^{-q} \rightarrow c_{t_2}^{-q} \rightarrow c_{t_3}^0 \rightarrow c_{t_4}^1 \rightarrow c_{t_5}^2 \rightarrow \dots$
 $\dots c_{t_9}^2 \rightarrow \dots$ ($-q$ označuje negativní návyky).*)

Poměrně snadné je získávat výstupní informace o znalostech faktů a o některých dovednostech. Jejich měření a popis je v podstatě také jediný způsob sledování změn, kterými žák prochází. Faktický materiál se získává různými druhy zkoušek a prověrek a zápis se děje v termínech klasifikačních stupnic. Zjišťování stavu proměnných je přes veškerá normativní opatření z velké části závislé na subjektivně pojatých mírách, jak si je vypracovali jednotliví učitelé ve své praxi. To je ovšem zdrojem stálých kritik jako i to, že se k hodnocení a popisu celé osobnosti žáka, tedy celého systému, používá ne zcela spolehlivých dat o *několika složkách* (proměnných).

Ovšem sledovat transformace takových proměnných, jako jsou charakterové vlastnosti, je nesmírně obtížné a popsat jednotlivé jejich stavy takřka nemožné. Jaké metodologicky vhodné informační vstupy zkonstruovat, aby informační výstupy z „temné schránky“ poskytovaly psychologu a pedagogu spolehlivé

*) Jsou možné i jiné formy zápisu. Z nich forma funkce sice znázorňuje spojitost změn, avšak interpoluje do časových úseků, v nichž nedošlo k měření, nezjištěné stavy. (Viz obr. 7)

Transformace proměnných a, b, c :

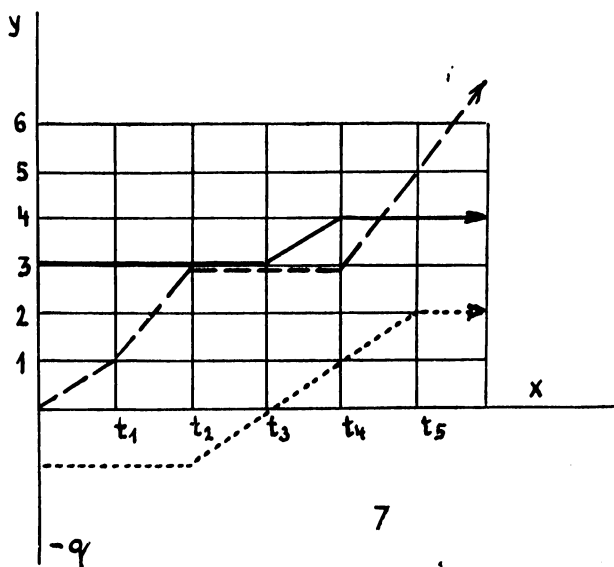
na ose x — časové intervaly,

na ose y — stanovené míry

———— proměnná a

- - - - - proměnná b

..... proměnná c



7

údaje pro alespoň přibližně přesné popisy transformací takových vlastností, jako je např. uvědomělost, skromnost, statečnost, kolektivismus? Jak ve výchově modelovat takové situace, v nichž se má žák v budoucnu jako dospělý člověk osvědčit? V podmínkách školní výchovy nemáme zpravidla k dispozici dostatečné množství statistických dat, abychom mohli aspoň pravděpodobnostně vymezit vývojové parametry těchto jednotlivých proměnných. Jednou ze základních podmínek každého řízení je spolehlivá a pokud možno úplná znalost transformací všech proměnných. Výchovný pracovník, který se nemůže opírat o dobře vypracované metody řízení a nezná vývoj proměnných složité dynamické soustavy žák, je zpravidla odkázán na to, že na základě svých zkušeností nějak intuitivně odhadne, jak se mu výchova daří, zda se ten či onen žák stává uvědomělým, statečným, skromným, kolektivním atd., jestliže se v nějaké, mnohdy zcela náhodné situaci „projevuje“ tak či onak.

V sledování transformací některých složek systému jsme postupovali tak, že jsme sledovanou proměnnou izolovali od ostatních komponent. Ve skutečnosti, jak již bylo řečeno, jsou všechny elementy této soustavy navzájem pospojovány takovou sítí funkčních vztahů, že změna jednoho elementu nutně způsobuje změnu dalších elementů, což se ovšem nemusí vždy projevovat na výstupech. Proto také nelze hledat žádnou přesnou hranici mezi vědomostmi získanými ve vyučování a rozvojem osobnosti žáka působením výchovy v užším smyslu. Při tomto rozlišování by zpravidla mělo jít o to, které výstupy z „temné schránky“ pokládáme v dané situaci za důležitější a které tedy aktivizujeme.

*

Ještě několik slov o třídě. Je to složitý otevřený dynamický systém s výrazně vymezenými dvěma složkami, řídicí a řízenou; každý žák je vektorem s množinou elementů. Pro naše účely vybereme ty elementy, které a) můžeme snadno izolovat, b) se vyskytují ve všech vektorech a c) jsou ve zjednodušené formě popsatelné a měřitelné. Nepřihlížíme k individuálním rozdílům. Zvolíme si hypotetický případ, kdy se míra vědomostí a dovedností každého žáka rovná nule. Prakticky se to může vyskytnout na začátku školního roku, kdy se začne vyučovat některému předmětu, jenž je pro všechny žáky přibližně ve stejné míře nový. Zvolený předmět má několik složek navzájem těsně spjatých určitými vazbami (tak např. v cizím jazyce je to výslovnost, slovní zásoba, mluvnice a dovednost používat jich v mluveném nebo psaném sdělení).

Byl-li tedy na začátku první vyučovací hodiny (t_0) stav ve všech složkách předmětu ($a, b, c, \dots n$) u všech žáků ($A, B, C, \dots N$) nulový, zapíše se na základě uspokojivé prověrky na konci hodiny obraz u všech žáků $t_1 : A(a_1, b_1, c_1, \dots n_1), B(a_1, b_1, c_1, \dots n_1), C(a_1, b_1, c_1, \dots n_1), \dots N(a_1, b_1, c_1, \dots n_1)$.

V následujících hodinách, jak je dostatečně známo ze zkušeností, dochází z různých příčin k diferenciaci v dosažených stavech jak mezi jednotlivými žáky, tak i mezi jednotlivými složkami předmětu u většiny žáků. Na základě relativně přesně zjištěných údajů na výstupech (např. metodami programového učení nebo pomocí hodnoticích a registračních technických prostředků) by bylo možno zapsat trajektorii od 2. do skončené 9. vyučovací hodiny např. takto:

$$t_2 : \downarrow A(a_2, b_2, c_2, \dots n_2), B(a_2, b_1, c_2, \dots n_2), C(a_2, b_2, c_1, \dots n_2), \dots \\ \dots N(a_2, b_1, c_1, \dots n_1)$$

.

.

.

$$t_9 : \downarrow A(a_9, b_9, c_9, \dots n_9), B(a_9, b_7, c_9, \dots n_9), C(a_9, b_8, c_9, \dots n_9), \dots \\ \dots N(a_5, b_7, c_4, \dots n_8)$$

Ze zápisu je patrné, že žák A dosahuje ve všech, C téměř ve všech složkách předmětu plánovaného stavu (obrazu), B se poněkud opožduje, N zůstal velmi pozadu a je nutno učinit opatření, aby se vyrovnal s ostatními. Zápis o pololetí (přibližně po 50. vyučovací hodině) ukazuje řadu značnějších rozdílů, např. od $(a_{50}, b_{50}, c_{50}, \dots n_{50})$ do $(a_{16}, b_{25}, c_{31}, \dots n_{41})$.*) Podobný stav je ve školní praxi dobře známý. Pozornosti však uniká velmi závažná okolnost, že se totiž diferenciaci v počtu ukončených transformací podle stanoveného programu nepříznivě mění struktura vyučování daného předmětu. A nejen to. Narušené funkční vazby elementů ve složitých dynamických systémech žák, učitel-žák, třída, učitel-třída způsobují další funkční poruchy. Ty se mohou promítat i do rozvoje některých vlastností žáků. Řízení soustavy je stále složitější a obtížnější, drobí se mnohdy na nesourodé akty při pomoci zaostávajícím žákům a rozbíjí jednotnou trajektorii třídy. Třída byla ještě na konci první vyučovací hodiny homogenní strukturou, pokud šlo o tento předmět: $t_1 : n(\alpha_1)$, přičemž n označuje počet žáků, α dosažený stav vědomostí a dovedností v daném předmětu. Na konci 9. vyučovací hodiny t_9 dosáhlo plánovaného stavu α_9 jen $n - (p + r + s)$ žáků,

*) Je jasné, že takto podrobné zjišťování a registrace výsledků nejsou v dnešním způsobu vyučování možné, nejvýš v pedagogickém výzkumu úzce vymezené oblasti. Prudký rozvoj techniky, pronikající i do vyučování, to jistě v nějaké formě umožní.

neboť p žáků dosáhlo jen stavu α_3 , r žáků α_7 , s žáků α_8 . Přesnější zápis by ovšem vyžadoval i zobrazení míry vědomostí a dovedností v jednotlivých složkách předmětu; to by však situaci výstižněji neosvětlilo. Postupem času se homogenita třídy v předmětu ještě více porušuje. To, co se zpravidla v praxi označuje jako „průměrný prospěch“, vůbec nic neříká o struktuře třídy v daném předmětu ani o vzrůstajících potížích, na které učitel naráží, spíše to situaci zatemňuje. Hluboký rozbor problému a vypracování závěrů by ovšem vyžadovalo široce založený výzkum s použitím nových metod a nových prostředků pro zpracování statistických dat. Zdá se, že by to nebyla neúžitečná práce. A pomoc, kterou učitelům poskytují některé návody, speciální metodiky v to čítajíc, lze jen zřídka pokládat za systémy dostatečně otevřené vůči jiným systémům uplatňujícím se v pedagogickém procesu.

Naše organizační a klasifikační předpisy zjednodušují na nejvyšší míru — a zatím to snad není ani jinak možné — postup žáků do vyšších ročníků, to je přechod třídy z jednoho, podle předpokladu dovršeného stavu do druhého. Oblast, která je akčním polem tzv. výchovy v užším smyslu, jen zcela výjimečně vyrazuje žáka z jeho třídy. Častěji se tak děje v oblasti „čistého“ vyučování, a to prostřednictvím klasifikace. Klasifikační stupnice však již sama implikuje nehomogenní stav činných složek systému třídy. Tak tento stav ze závěru jednoho ročníku přechází s nepodstatnými změnami do počátečního stavu následujícího ročníku, který má budovat na předpokladu, že bylo dosaženo plánovaného stupně vědomostí, dovedností a návyků. Osnovy všech předmětů s tím počítají. Opakování probraných částí učiva nemá v podstatě za účel odstranit nehomogenitu (a nebylo by to ani pro krátkost času možné), ale spíše obnovit stav z konce předchozího školního roku. Vzniklou situaci lze dost názorně přirovnat ke stavbě vícepodlažní budovy, kde je stavba vyššího podlaží podmíněna dokončením nižšího. Pokračuje-li se přesto, dochází k nerovnováze sil uvnitř celé konstrukce. Podobně i ve škole. Zaostávání jednotlivých vektorů působí stále větší obtíže v řízení podle daného programu, a tak nezbyvá než přikročit k různým regulačním opatřením, mezi nimiž je i nebezpečné snižování nároků na práci žáků.

Závěry

Pojetí výchovy jako druhu řízení vývoje složitých dynamických systémů otvírá některé nové pohledy na podmínky, v nichž se výchova uskutečňuje. Je to možnost použít nových metod při zkoumání otevřenosti soustavy žák vůči jiným dynamickým soustavám, s nimiž je žák v interakci nebo jejichž činnou složkou se stal. V důsledku toho je jeho chování určitým způsobem determinováno chováním těchto soustav, zvláště soustav společenských. Poznat jejich strukturu a zákonitosti, kterými se řídí, je jednou ze základních podmínek úspěšného řízení vývoje žáka. Pro nesmírnou složitost systémů a stále se měnících vztahů mezi nimi i mezi jejich elementy je poznání jejich činnosti jen aproximativní. Společensky organizovaná výchova musí umět usměrňovat jejich působení na žáka a odstraňovat nebo aspoň oslabovat jejich rušivé vlivy.

Učitel svou činností způsobuje změny vnitřních stavů žáka. Ty jsou našemu přímému pozorování nepřístupné; mohou být poznány jen zkoumáním vnějších projevů žáka, jeho chování. Na přesnosti a úplnosti pozorování závisí přesnost popisu transformací a tedy regulace činnosti řízené i řídící složky. K tomu účelu může pedagogika spolu s pedagogickou psychologií využít některých nových vy-

učovacích metod, např. programovaného učení, a hodnotících a registrujících technických prostředků i metod kybernetiky.

Skupina žáků určitým způsobem organizovaná, např. třída, je rovněž složitým dynamickým systémem. Změny, jimiž ve výchovně vzdělávacím procesu procházejí žáci jako jeho činné složky, ovlivňují strukturu soustavy. Dochází-li k zastávání jednotlivých žáků, pociťuje to systém jako poruchy ve své struktuře; rozrušují se funkční vztahy nejen k řídicí složce, ale i uvnitř řízené složky, a řízení se stává nesnadnějším a méně úspěšným.

Literatura

1. Ashby, R. W.: *Kybernetika*. Praha 1961.
2. *Filosofické otázky kybernetiky*. Praha 1962.
3. Klaus, G.: *Kybernetik in philosophischer Sicht*. Berlin 1963.
4. Landa, L. N.: *O kybernetickém přístupu k teorii vyučování*. Pedagogika č. 1, 1963.
5. Michalička, M.: *K některým základním metodologickým problémům studia změn psychické činnosti člověka v procesu jeho ontogenetického vývoje*. Pedagogika č. 1, 1964.
6. Rubinštejn, S. L.: *Bytí a vědomí*. Praha 1961.
7. Váňa, J.: *O metodologických problémech v rozvoji pedagogické teorie*. Pedagogika č. 3, 1962.
8. Wiener, N.: *Kybernetika neboli řízení a sdělování v živých organismech a strojích*. Praha 1960.
9. Zeman, J.: *Kybernetika a moderní věda*. Praha 1964.

Ярослав Гаупт

Ученик, как сложная динамическая система

Понимание воспитания, как определенной формы управления динамическими системами, открывает некоторые новые перспективы в воспитательно-образовательном процессе. С этой позиции ученик представляется нам, как сложная динамическая система, находящаяся в постоянном содействии с другими динамическими системами (природными и общественными) и их составными элементами. Вследствие этого его поведение до некоторой степени определяется поведением этих систем. Последние же связаны взаимно между собой сложной сетью взаимоотношений, меняющихся во времени. Мы не располагаем средствами, позволяющими нам точно познать и описать структуру всех систем, имеющих функциональное отношение к ученику. Это осуществимо лишь аппроксимативно, но при этом довольно точно, что для педагогики весьма важно. Никакая система воспитания не может достичь успеха, если она не знает этих систем, направление и силу их воздействия на воспитываемого и не умеет их регулировать.

Работа учителя умышленно вызывает изменения внутреннего состояния ученика. Эти изменения не поддаются непосредственному наблюдению и могут быть опознаны также только аппроксимативно на основании внешних проявлений, поведения ученика. Однако успешность управления и предначертания развития индивидуальности ученика зависит от возможно точного и полного знакомства с превращениями, через которые проходит каждая составляющая системы «ученик». Разработке теории воспитания могут также содействовать и методы кибернетики и программированного обучения.

Класс, как группу учеников, организованную по определенному методу, можно тоже рассматривать, как динамическую систему с двумя четко отличающимися друг от друга составляющими: управления и управляемых. Отставание некоторых учеников воспринимается системой как нарушение ее функций. Вследствие этого неблагоприятно меняется ее структура, нарушается однородность управляемой составляющей, система усложняется, становится затруднительней, а результаты неудовлетворительными.

The Learner as a Complex Dynamic System

The conception of education as a kind of directing the dynamic systems entails some new views of the educational process. From this angle the learner appears as a complex dynamic system, which is in continual inter-action with other dynamic systems (natural and social) and their components. As a result the learner's behaviour is to a certain extent determined by the working of these systems. The latter are also inter-connected through a complicated network of mutual relationships changing with time. It is impossible to get to know and describe exactly the structures of all the systems that are in functional relationships to the learner, because the means for doing so are not available; it can only be done approximately. But even that represents a considerable degree of accuracy and is highly important for pedagogy. For no educational system can work successfully, if it ignores these systems and the trend and the power of their influence on the learner, and if it cannot regulate them.

The teacher's work brings about deliberate changes in the inner states of the learner. These states are inaccessible to direct observation and can also be judged only approximately on the basis of the outer manifestations, the behaviour of the learner. But the success in directing and predicting the development of the learner's personality depends on as exact and complete a knowledge as possible of transformations taking place in each component of the system of the learner. The methods of cybernetics and programmed instruction may also be helpful in elaborating the theory of education.

A class, being a group of learners organised in a certain way, may also be looked upon as a dynamic system with two distinctly different components, one directing, the other being directed. If some of the pupils lag behind the others, the system feels it as a disturbance of its functions. This affects its structure, the homogeneity of the component being directed is disturbed, the process of guidance becomes more complicated and more difficult and the results are unsatisfactory.